

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BRUNA ANGÉLICA DREHER

**INICIATIVAS DE REPROJETO DE PRODUTO VISANDO A REDUÇÃO DE
IMPACTOS AMBIENTAIS – UM ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA MOVELEIRA**

CURITIBA

2013

BRUNA ANGÉLICA DREHER

**INICIATIVAS DE REPROJETO DE PRODUTO VISANDO A REDUÇÃO DE
IMPACTOS AMBIENTAIS – UM ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA MOVELEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Setor de Tecnologia, da Universidade Federal do Paraná, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof. Dra. Adriana de Paula Lacerda Santos

CURITIBA

2013

D771 Dreher, Bruna Angélica
Iniciativas de reprojeto de produto visando a redução de impactos ambientais – um estudo de caso na indústria moveleira / Bruna Angélica Dreher. – Curitiba, 2013.
161 f. : il.; graf., tab.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Orientador: Adriana de Paula Lacerda Santos

1. Indústria de moveis - Inovações tecnológicas. 2. Impacto ambiental – Indústria. I. Santos, Adriana de Paula Lacerda. II. Universidade Federal do Paraná. III. Título.

CDD 338.476841

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus que sempre me guiou pelo caminho do bem, sempre me iluminou e nunca deixou que nada de ruim acontecesse a mim.

Aos meus pais Sérgio e Lucileine e minha irmã Beatriz que, sempre acreditaram na minha capacidade e sempre me apoiaram nas minhas decisões, aceitando como se fossem sempre o melhor para meu crescimento profissional.

Aos meus colegas que sempre tiveram paciência para ouvir as tantas reclamações e suportar a ausência que se fazia necessária durante grande parte do tempo.

Aos companheiros de mestrado que conheci e pelas grandes amizades que eu pretendo levar pela vida toda.

Ao meu noivo que, sempre ao meu lado, me deu coragem quando esta insistia em desaparecer, incentivou quando as coisas pareciam não ter mais saída e confiou que esta já era mais uma batalha vencida.

Ao Prof. Marcell Maceno, pelo apoio na execução de diversas atividades desenvolvidas no decorrer da pesquisa.

Ao REUNI, pelo apoio financeiro.

E, por fim à orientadora Prof^a Dr^a Adriana de Paula Lacerda Santos que, me acolheu em um momento onde tudo parecia tão distante e difícil e com sua sabedoria e, principalmente, paciência conseguiu direcionar a pesquisa de forma surpreendente.

Cada sonho que você deixa para trás
é um pedaço do seu futuro que deixa de
existir!

(Steve Jobs)

RESUMO

Embora a logística reversa - LR venha crescendo de forma significativa, suas atividades ainda não incorporam de maneira satisfatória os modelos de referência de desenvolvimento de produto, entretanto esta é uma ferramenta promissora no que tange à redução de impactos ambientais dos produtos. Na indústria moveleira, problemas associados à qualidade ambiental do produto têm ocasionado redução de competitividade das empresas no mercado, pois os produtos de madeira não podem ser exportados para vários países porque não passam no controle de qualidade da matéria-prima utilizada. Neste sentido, a avaliação do ciclo de vida do produto tem papel fundamental na identificação da quantidade de impactos ambientais que o produto gera ao longo de sua vida útil. Além disso, é também possível, identificar em quais etapas estes impactos estão concentrados de forma mais evidente. Neste contexto, esta pesquisa apresenta os resultados do estudo de caso realizado em uma indústria do ramo moveleiro do segmento de madeira. Nesta pesquisa, buscou-se coletar dados com o propósito conhecer quais eram as etapas do processo e os materiais que compunham o produto passíveis de melhorias/mudanças na direção da redução da quantidade de impactos ambientais. A partir disso, foi possível realizar a avaliação do ciclo de vida – ACV, como o apoio do *software* SimaPRO®, de três cadeiras diferentes em dois momentos distintos (2010 e 2012). Baseando-se nestes cenários foi possível propor iniciativas de reprojeto de produto da empresa estudada, tendo como base as LID's de desenvolvidas por Bittencourt (2001). As LiDS são conceituadas como sendo estratégias de projetos voltadas ao meio ambiente. Utilizando-se a metodologia 5W2H apresenta-se no final do trabalho as iniciativas que a empresa estudo de caso deveria adotar para garantir a redução da quantidade de impacto ambiental e também é indicado em que fase do PDP as ações propostas deveriam ser implantadas. Desta forma, conclui-se que, embora todos os produtos gerem algum tipo de impacto ambiental, este pode sim ser reduzido através de iniciativas inseridas no processo de desenvolvimento de produto.

Palavras-chave: Impactos ambientais; análise de ciclo de vida; desenvolvimento de produto; indústria moveleira.

ABSTRACT

Although reverse logistics - RL has been growing significantly, their activities have not satisfactorily incorporate the reference models of product development. In the furniture industry, environmental problems associated with the quality of the product has caused reduction of competitiveness of companies in the market, because the wood products can not be exported to many countries because they not pass the quality control of raw material used. In this sense, the evaluation of the life cycle of the product has an essential role in identifying the amount of environmental impacts that generated the product throughout its useful life and, moreover, it is also possible to identify steps in which these impacts are concentrated more clearly. In this context, this research presents the results of the case study in an industry branch wood furniture segment. In this study, we attempted to collect data in order to know what were the stages of the process and the materials composing the product, subject to improvements / changes in the direction of effective reverse logistics. From this it was possible to the life cycle assessment - LCA, with the support of the software SimaPro ®, three different chairs at two different times (2010 and 2012). Based on these scenarios have been proposed initiatives for the Product Development Process (PDP) of the studied company, based on the LID's reverse logistics developed by Bittencourt (2001). Using the methodology 5W2H, will be shown at the end of work, initiatives that the company case study should adopt to ensure the effectiveness of the reverse logistics, and also will be indicated at what stage of the PDP, proposed actions should be implemented.

Key-words: Environmental impact; life cycle assessment; product development; the furniture industry.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MODELO DE REFERÊNCIA DE BITTENCOURT	31
FIGURA 2 - ETAPAS DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA	42
FIGURA 3 - FASES PARA DEFINIÇÃO DO OBJETIVO E ESCOPO	43
FIGURA 4 - FASES PARA A ETAPA DE AVALIAÇÃO DE INVENTÁRIO	45
FIGURA 5 - NO DESTAQUE A CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA ADOTADA	54
FIGURA 6 - NO DESTAQUE A NATUREZA DA PESQUISA ADOTADA	55
FIGURA 7 - NO DESTAQUE A ESTRATÉGIA DE PESQUISA ADOTADA	57
FIGURA 8 - ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	58
FIGURA 9 - CADEIRA A	67
FIGURA 10 - CADEIRA B	68
FIGURA 11 - CADEIRA C	69
FIGURA 12 - PROCESSO DE FABRICAÇÃO DA ESTRUTURA DAS CADEIRAS ..	70
FIGURA 13 - ÁRVORE DO PRODUTO	72
FIGURA 14 - EXEMPLO DE CADASTRO DOS COMPONENTES	73
FIGURA 15 - EXEMPLO DO CADASTRO DAS ATIVIDADES PRINCIPAIS	74
FIGURA 16 - EXEMPLO DO CADASTRO DOS RESÍDUOS DO PROCESSO	74
FIGURA 17 - ESQUEMA PARA CÁLCULO DE RESÍDUO PARA 2010	75
FIGURA 18 - ESQUEMA PARA CÁLCULO DE RESÍDUO PARA 2012	76
FIGURA 19 - EXEMPLO DE CADASTRO DE CENÁRIO DE DESTINO FINAL	77
FIGURA 20 - ACV CADEIRA A 2010	79
FIGURA 21 - DEMONSTRAÇÃO DOS 70% DA CONTRIBUIÇÃO DE INVENTÁRIO	88
FIGURA 22 - DEMONSTRAÇÃO DOS 70% DA CONTRIBUIÇÃO DOS PROCESSOS	94
FIGURA 23 - CONTRIBUIÇÃO DOS 70% DO INVENTÁRIO	112
FIGURA 24 - CONTRIBUIÇÃO DE 70% DOS PROCESSOS	113

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - RESUMO DAS FASES DOS MODELOS DE REFERÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO.....	25
QUADRO 2 - ESTRATÉGIAS ABORDADAS PELAS LID'S	32
QUADRO 3 - ANÁLISE DOS MODELOS DE REFERENCIA.....	35
QUADRO 4 - TRIANGULAÇÃO DOS DADOS.....	62
QUADRO 5 - INDICATIVOS REFERENTES A CADA UMA DAS ESTRATÉGIAS DAS LIDS.....	95
QUADRO 6 - INICIATIVAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE CONCEPÇÕES ...	97
QUADRO 7 - INICIATIVAS PARA A SELEÇÃO DE MATERIAIS DE BAIXO IMPACTO	98
QUADRO 8 - INICIATIVAS PARA A REDUÇÃO DE RECURSOS	103
QUADRO 9 - INICIATIVAS PARA A OTIMIZAÇÃO DAS TÉCNICAS DE PRODUÇÃO	105
QUADRO 10 - INICIATIVAS PARA A OTIMIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO.....	106
QUADRO 11 - INICIATIVAS NA REDUÇÃO DO IMPACTO DE USO	108
QUADRO 12 - INICIATIVAS PARA OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE VIDA	109
QUADRO 13 - INICIATIVAS PARA A OTIMIZAÇÃO DO FIM DE VIDA	110

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - SÍNTESE DOS RESULTADOS DA ACV DAS CADEIRAS A, B E C.....	80
TABELA 2 - CONTRIBUIÇÃO DO INVENTÁRIO DA CADEIRA A.....	81
TABELA 3 - CONTRIBUIÇÃO DO INVENTÁRIO CADEIRA B.....	83
TABELA 4 - CONTRIBUIÇÃO DO INVENTÁRIO DA CADEIRA C	85
TABELA 5 - CONTRIBUIÇÃO DO PROCESSO DA CADEIRA A	89
TABELA 6 - CONTRIBUIÇÃO DO PROCESSO DA CADEIRA B	91
TABELA 7 - CONTRIBUIÇÃO DO PROCESSO DA CADEIRA C	92
TABELA 8 - ALTERAÇÃO NAS DIMENSÕES LARGURA E ESPESSURA DOS COMPONENTES	100
TABELA 9 - DEMANDA DE CORTE DOS COMPONENTES	101
TABELA 10 - REDUÇÃO NA QUANTIDADE DE MADEIRA DOS COMPONENTES	101
TABELA 11 - NOVOS VALORES REFERENTES AOS TEMPOS DE PROCESSO	104
TABELA 12 - ALTERAÇÕES PARA CENÁRIO DE 2013	110
TABELA 13 - DIFERENÇA NA REDUÇÃO DE RESÍDUO.....	111
TABELA 14 - SÍNTESE DOS RESULTADOS DE CONTRIBUIÇÃO DOS PROCESSOS PARA AS CADEIRAS A, B E C	113

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVOS.....	16
1.1.1	Objetivo geral.....	16
1.1.2	Objetivos específicos	16
1.2	JUSTIFICATIVA.....	17
1.3	LIMITAÇÕES	18
2	REPROJETO DE PRODUTO PARA REDUÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL .20	
2.1	SUSTENTABILIDADE	20
2.2	DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.....	23
2.2.1	Modelo de Bittencourt (2001).....	29
2.3	LOGÍSTICA REVERSA.....	37
2.3.1	Análise do Ciclo de Vida - ACV.....	40
2.3.1.1	Definição do Objetivo e Escopo	42
2.3.1.2	Análise de Inventário	44
2.3.1.3	Avaliação dos Impactos	47
2.3.1.4	Interpretação dos Resultados	48
2.4	INDÚSTRIA MOVELEIRA.....	49
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	53
3.1	UNIDADE DE ANÁLISE.....	53
3.2	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	53
3.3	NATUREZA DA PESQUISA	55
3.4	ESTRATÉGIA DA PESQUISA.....	56
3.5	ETAPAS DA PESQUISA	58
3.5.1	Primeira Etapa: Pesquisa Bibliográfica	59
3.5.2	Segunda Etapa: Levantamento e Análise de Dados.....	59
3.5.2.1	Escolha da Empresa para Estudo.....	60
3.5.2.2	Escolha dos Produtos	60
3.5.2.3	Coleta de Dados: Fontes de Evidência	60
3.5.2.4	Mapeamento dos Processos de Fabricação.....	61
3.5.3	Análise dos Dados Coletados	62
3.5.4	Terceira Etapa: ACV	63

3.5.5	Quarta Etapa: Iniciativas para o Processo de Desenvolvimento de Produto	64
3.5.6	Quinta Etapa: Conclusões e Recomendações.....	65
4	ESTUDO DE CASO.....	66
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA EM ESTUDO	66
4.1.1	Produtos e Processos.....	67
4.2	ANÁLISE DO CICLO DE VIDA	71
4.2.1	Resultado da Análise do Ciclo de Vida	77
4.2.2	Inventário	81
4.2.3	Contribuição do Processo	89
5	INICIATIVAS PARA O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	95
5.1	DESENVOLVIMENTO DE CONCEPÇÕES.....	96
5.2	SELEÇÃO DE MATERIAL DE BAIXO IMPACTO	97
5.3	REDUÇÃO DE RECURSOS.....	99
5.4	OTIMIZAÇÃO DAS TÉCNICAS DE PRODUÇÃO	104
5.5	OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO.....	106
5.6	REDUÇÃO NO IMPACTO DO USO	107
5.7	OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE VIDA	108
5.8	OTIMIZAÇÃO DO FIM DE VIDA.....	109
5.9	ACV – PROPOSTA PARA CENÁRIO DE 2013.....	110
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	115
6.1	TRABALHOS FUTUROS.....	117
	REFERÊNCIAS.....	119
	APÊNDICE A	126
	APÊNDICE B	127
	APÊNDICE C	137
	APÊNDICE D	142

1 INTRODUÇÃO

Dentre os temas de destaque na competitividade organizacional estão aqueles que envolvem estratégias de gerenciamento por parte das empresas relacionadas com degradação ambiental, esgotamento de recursos naturais e formas de medição do desempenho sustentável de uma organização (ESTY, WINSTOM, 2009; TEECE, 2009).

Inseridas este contexto, sobressaem-se aquelas empresas que possuem dentre suas atividades a logística reversa, a qual gerencia o retorno de produtos quando não mais em uso, oferecendo-lhes uma disposição final adequada a fim de reduzir o impacto do mesmo no meio ambiente (SARKIS, HELMS, HERVANI, 2010).

Em virtude disso, a legislação tem sido elaborada com foco na responsabilidade do produtor pelo seu produto, como é o caso da Lei 12.305 - Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), a qual orienta para o gerenciamento do ciclo de vida do produto, após o mesmo ser descartado pelo consumidor, estimulando à adoção da logística reversa como instrumento de Responsabilidade Compartilhada (art.30/36) (BRASIL, 2010).

Neste contexto, encontra-se o desenvolvimento sustentável, que desde a década de 80 vem sendo abordado por pesquisadores (ALLEN, 1980; CLARK, MUNN, 1986; SACHS, 1993; ELKINGTON, 1998), cada vez com maior frequência e intensidade. Inicialmente, as preocupações resumiam-se em crescimento populacional e escassez de recursos, o que resultou numa temática intitulada sustentabilidade empresarial, fato ligado a evolução do mercado tecnológico e industrial, onde o ciclo de vida dos produtos comercializados passou a ser menor, com um descarte maior por parte dos consumidores (OLUGU, WONG, SHAHAROUN, 2010).

Em paralelo, o processo de desenvolvimento de produto (PDP) é considerado como sendo, dentro de uma empresa, a função de maior relevância, sendo esta a responsável por disponibilizar no mercado produtos que acompanhem a evolução da exigência por parte dos consumidores (SLACK, CHAMBERS, JOHNSTON, 2002).

Baxter (2000) afirma que no processo de desenvolvimento de produtos, também deve admitir-se questões relativas ao meio ambiente. Desta forma,

atividades como as escolhas de matéria prima, do processo de fabricação do produto, da utilização e descarte do produto, aumentam o nível de qualidade ambiental do produto e, conseqüentemente, podem reduzir os impactos gerados por estes.

Neste contexto, a prática da logística reversa, que contribui para a redução de impactos ambientais, vem ganhando espaço nos modelos de referência de desenvolvimento de produtos. Porém, sua atuação geralmente está situada na macrofase de pós-desenvolvimento. De fato, as atividades de logística reversa só acontecem no fim de vida útil do produto. Entretanto, existem diferentes atividades que devem ser realizadas ao longo do processo de desenvolvimento de produtos a fim de viabilizar sua efetividade.

Diante disto, faz-se necessária a adaptação dos modelos de referência, no sentido de inserir iniciativas, com o propósito de fazer com que a logística reversa seja considerada desde a fase de geração de ideias relativas ao produto novo, reduzindo assim, a geração de impactos ambientais.

Dentre as atividades que corroboram com esta ideia de redução de impactos ambientais, pode-se citar a análise do ciclo de vida (ACV), também muitas vezes excluída dos modelos de PDP de referência. A ACV é responsável por identificar, através de dados do produto, uma estimativa dos impactos ambientais que este gera no ambiente desde a extração de sua matéria-prima até o descarte por parte do consumidor (FONTINELE, 2010).

Sendo assim, a ACV, por estar de acordo com os objetivos da logística reversa, pode ser considerada como uma iniciativa que configura uma melhoria relacionada aos impactos ambientais do produto. Além disso, pode-se citar como vantagem da realização de uma ACV a possibilidade de localizar de forma exata o ponto do ciclo de vida onde ocorrem tais impactos ambientais. Portanto, possibilita-se a inserção de iniciativas voltadas ao meio ambiente, em pontos considerados como sendo os mais críticos de todo o ciclo de vida de um produto.

Para realizar a ACV é necessário utilizar *softwares* específicos. Como por exemplo pode-se citar o SimaPRO®. Este *software* possibilita a realização da ACV a partir da entrada de informações referentes a matérias primas, processos, transporte, uso e descarte do produto, que requerem estrategicamente a coleta de dados através de múltiplas fontes de evidência, para maior confiabilidade na manipulação dos dados.

Em paralelo, a indústria moveleira de madeira é responsável por gerar um alto índice de resíduos e o seu PDP possui características particulares, uma vez que esta, na maioria dos casos, não considera os requisitos ambientais do produto, como uma regra a ser atendida (COSTA; GOUVINHAS, 2003).

Assim sendo, realizar-se-á o estudo de caso em uma indústria do pólo moveleiro do segmento madeira, por tratar-se de um setor que atualmente está inserido em um universo de grande impacto ambiental.

Buscou-se através desta pesquisa identificar **quais seriam as iniciativas de reprojeto de produto que poderiam ser utilizadas pelo setor moveleiro do segmento madeira, com vistas à redução do impacto ambiental ao final da vida útil do produto?**

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Propor iniciativas para reprojeto de produto visando à redução de impactos ambientais, dentro de uma empresa do setor moveleiro do segmento de madeira.

1.1.2 Objetivos específicos

Com o propósito de atingir o objetivo geral, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- a) Construir um panorama do processo de fabricação da indústria moveleira de madeira estudada;
- b) Realizar a Análise do Ciclo de Vida de três produtos manufaturados pela indústria moveleira alvo desta pesquisa;
- c) Propor iniciativas para um cenário geral, através de iniciativas de logística reversa no reprojeto de produto para a redução de impacto ambiental ;

- d) Comparar os resultados das ACV's realizadas com o cenário proposto.

1.2 JUSTIFICATIVA

A partir do objetivo de reduzir a quantidade de impacto ambiental gerado no ciclo de vida, especificamente no processo de fabricação e seleção de materiais, de uma cadeiras, busca-se justificar a pesquisa acerca das dimensões social, ambiental e econômica.

Na dimensão econômica tem-se como justificativa:

- a) desenvolver produtos com qualidade ambiental aumentada;
- b) agregar valor temporal ao produto;
- c) permitir ao consumidor deter os produtos por mais tempo
- d) aumentar seu ciclo de vida dos produtos;
- e) desenvolver produtos para atuar em vários níveis de utilização.

Na dimensão ambiental:

- a) utilizar atividades de logística reversa como forma de minimizar problemas ambientais relacionados ao descarte indevido dos produtos;
- b) dentificar os impactos do produto ao longo de sua vida útil;
- c) favorecer ao meio ambiente no que tange às melhorias decorrentes deste processo.
- d) possibilitar a correção de eventuais falhas no decorrer do processo de fabricação através da ACV;
- e) fornecer a alternativa de buscar o aperfeiçoamento do produto para que este não seja tão impactante para o meio ambiente e, um ciclo de vida mais extenso;
- f) economizar no consumo de energia, diminuição de emissões, utilização de materiais unificados/pouco-diversificados;
- g) facilitar a padronização do sistema de reciclagem;
- h) reduzir significativamente a quantidade de produtos/materiais destinados a aterro e ao processo de incineração;

- i) reduzir a quantidade de impactos ambientais gerados no ciclo de vida do produto.

Na dimensão econômica tem-se:

- a) Reduzir os custos para execução da logística reversa, considerando a inclusão de suas atividades ao longo do processo de desenvolvimento de produto;
- b) gerar lucros a partir do reaproveitamento de resíduos.

Com o aumento da demanda por pesquisas de caráter ambiental, somado ao aumento da responsabilidade por parte das empresas, em gerenciar de forma adequada o seu produto durante toda sua vida útil, resulta numa necessidade de desenvolvimento destas iniciativas, como apoio no que tange ao processo de adaptação às normas e leis ambientais.

Desta forma, a elaboração de iniciativas para a empresa pode gerar benefícios que vão além da imagem corporativa, podendo, a longo prazo, resultar em um retorno financeiro.

Além disso, justifica-se também, por haver uma grande lacuna na literatura referente aos tópicos investigados nesta pesquisa.

Portanto, a pesquisa pode ser considerada como uma forma de promoção da sustentabilidade, por agir dentro das três dimensões do *triple bottom line* e, apresentar inserções consideradas benéficas e necessárias, aos modelos de referência de desenvolvimento de produto.

1.3 LIMITAÇÕES

Nesta pesquisa são propostas iniciativas para o reprojeto de produtos a fim de reduzir a quantidade de impacto ambiental. O estudo de caso foi realizado em uma indústria do ramo moveleiro do segmento de madeira, situada na região Metropolitana de Curitiba.

Primeiramente, o trabalho foi realizado tomando por base a inserção de iniciativas ao longo do processo de desenvolvimento de produto, de uma empresa

em particular. A aplicação desta metodologia em outras empresas, pode gerar distintos resultados. Além disso, outros tipos de mobiliários que utilizem outros tipos de materiais, também podem gerar resultados diferenciados.

A pesquisa não fez uso do detalhamento técnico das cadeiras e baseou-se em documentos e dados coletados *in loco*.

Embora os produtos utilizados como objeto desta pesquisa sejam similares, não foi objetivo desta pesquisa fazer a comparação entre seus processos e materiais. A comparação foi realizada para o mesmo produto em dois momentos de diferentes, o ano de 2010 e 2012.

Alguns parâmetros (materiais e processos) que são usados pela empresa para a produção dos produtos analisados não foram encontrados na base de dados SimaPRO® para estes casos, foram realizadas adaptações nas composições disponíveis pelo sistema.

Os resultados desta pesquisa focam, principalmente, na matéria-prima utilizada para o desenvolvimento dos produtos. O estudo baseou-se nos quantitativos destes materiais e não entrou no mérito de suas propriedades físico-químicas.

2 REPROJETO DE PRODUTO PARA REDUÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL

2.1 SUSTENTABILIDADE

Após o ano de 1971, quando, segundo Lemos (2005), discutiu-se pela primeira vez a possibilidade da escassez de recursos naturais que atingiria severamente a população, a demanda por estudos e discussões acerca da preservação do meio ambiente aumentou, surgindo conceitos relacionados à sustentabilidade e ao desenvolvimento sustentável.

Dentro deste contexto, o termo “desenvolvimento sustentável” foi utilizado pela primeira vez em 1980, por Robert Allen no artigo “*How to save a world*”, onde o mesmo definia que:

“Para ser sustentável, o desenvolvimento precisa levar em conta fatores sociais e ecológicos, assim como econômicos; as bases dos recursos vivos e não-vivos; e as vantagens de ações alternativas, a longo e a curto prazo” (ALLEN, 1980).

No relatório de Brundtland aborda-se que desenvolvimento sustentável são quaisquer transformações das dimensões ambiental, tecnológica, cultural, institucional, social e econômica que atendem às necessidades da população sem afetar o atendimento das necessidades das futuras gerações. Este relatório foi o responsável pela disseminação rápida e eficiente do conceito de desenvolvimento sustentável e, desde então, vem sendo modificado e discutido (WCED, 1987).

Sobre o relatório de Brundtland, Christen e Schmidt (2011) afirmam que embora pareça ser um caminho promissor, o desenvolvimento sustentável não pode ser traduzido apenas em interação entre gerações ou longa duração dos recursos, por conta deste entendimento ser baseado em suposições intuitivas e vagas. Ou seja, o desenvolvimento sustentável fornece bases muito mais complexas para a construção da sustentabilidade.

Já, para Harlow, Golub e Allenby (2011) algumas ideologias tem-se utilizado do termo desenvolvimento sustentável para conseguirem algum tipo de aceitação, assumindo como conceito convencional o equilíbrio das necessidades econômicas,

sociais e ambientais. Porém, os autores afirmam ainda que o desenvolvimento sustentável está mais frequentemente relacionado com a proteção ao meio ambiente e recursos naturais. Desta forma, esta tendência de dar ênfase ao aspecto ambiental está ligada à mudança ocasionada pelo movimento de conservação ambiental.

No contexto acima, conceitua-se o desenvolvimento sustentável como um processo onde, de um lado, as restrições mais relevantes estão relacionadas com a exploração de recursos, o desenvolvimento tecnológico e o marco institucional e, de outro, o crescimento deve enfatizar aspectos qualitativos, como o uso de recursos e a geração de resíduos sólidos. A ênfase do desenvolvimento deve estar na superação dos déficits sociais, nas necessidades básicas e na alteração nos padrões de consumo (JACOBI, 2003).

Weingaertner e Moberg (2011) consideram que o desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade possuem distinto significados. Desta forma, a sustentabilidade pode ser considerada um estado final a qual se deseja chegar, enquanto o desenvolvimento sustentável é o caminho a ser percorrido para atingi-lo. Portanto, é preciso ter um conceito sólido de sustentabilidade antes de moldar o que poderia ser o desenvolvimento sustentável.

Já Sarkis, Helms e Hervani, (2010) dividem a sustentabilidade em três grandes dimensões: econômica, ambiental e social. Enquanto a sustentabilidade ambiental enfatiza o gerenciamento de recursos naturais, a sustentabilidade social enfatiza o gerenciamento de recursos sociais, incluindo talentos e habilidades de pessoas, instituições relacionamentos e valores sociais (AHMED, MCQUAID, 2005).

Segundo Moran *et al.* (2008), o desenvolvimento sustentável pode ser visto como a representação de um compromisso com o avanço do bem estar da população, tendo os limites do meio ambiente como restrição.

Já Rezende e Girão (2006) assumem seis passos como sendo necessários para se atingir o desenvolvimento sustentável. São eles: solidariedade com as gerações que estão por vir; envolvimento e participação da população; preservação do meio ambiente e seus recursos naturais; geração de renda através de um sistema social; respeito para com outras culturas e programas de educação.

Kajikawa (2008) identifica dez domínios temáticos diferentes para a sustentabilidade, tais como o clima, biodiversidade, agricultura, pesca, silvicultura, energia e recursos, água, desenvolvimento econômico, saúde e estilo de vida, cada

tema com abordagens particulares o que implica em diversas possibilidades de aplicação e implantação.

Chesneau, Le Net e Berg (2012) consideram o transporte como sendo uma das grandes preocupações pertencentes à sustentabilidade. Sendo assim, os autores apresentam o cenário dos impactos socioeconômicos e ambientais do transporte no desenvolvimento sustentável, não tendo como objetivo propor nenhuma melhoria ao processo.

Embora um pouco contestado, o crescimento econômico tem, de modo geral, sido aceito como sendo um aspecto central no desenvolvimento sustentável (HARLOW, GOLUB, ALLENBY, 2011).

A justiça social, também é considerada um tópico essencial no conceito de desenvolvimento sustentável e Harlow, Golub e Allenby (2011) a descrevem como sendo a propriedade comunitária com a ausência de hierarquia, ou seja, aumento do tempo livre e participação justa no que foi produzido coletivamente.

Embora seu conceito seja normativo, observam-se incertezas na compreensão quanto “o que é ser sustentável”, sendo essa uma das questões mais importantes segundo Christen e Schimdt (2011) a ser respondida pelas organizações.

De acordo com Hutchins e Sutherland (2008), é comum as decisões empresariais serem tomadas baseando-se na dimensão econômica da sustentabilidade. Porém, na última década, esforços crescentes estão sendo direcionados para a dimensão ambiental e que, até recentemente, a dimensão social não tem sido bem definida.

Já Harlow, Golub e Allenby (2011) acreditam que a cada mudança nas metas de sustentabilidade, refletem em variadas formas de interpretações do seu conceito, o que resulta em apenas pequenos experimentos ao invés de grandes argumentos.

Weingaertner e Moberg (2011) associam a divergência no entendimento do conceito de sustentabilidade, ao fato de não existir uma fórmula consolidada que determine precisamente quais ações a serem tomadas e, também, à grande quantidade de metas que englobam a sustentabilidade, que irá resultar apenas em processos de reflexão.

Entretanto, para uma definição considerada universal de desenvolvimento sustentável, ser considerada possível, seria necessário conhecer as multiplicidades

que englobam a sustentabilidade e como estas são moldadas (WEINGAERTNER, MOBERG, 2011).

Desde então, segundo Christen e Schimdt (2011), existe grande discordância no que diz respeito ao conceito sustentabilidade e isto tem implicado na insatisfação das ações voltadas a esta, embora este tema seja considerado como o modelo mais importante de desenvolvimento para a sociedade.

Christen e Schmidt (2011) apontam que muitas definições de sustentabilidade são vagas o que não permite instruções claras das ações a serem tomadas, e esta dificuldade encontra-se na quantidade de teorias e métodos disponíveis.

Segundo Andriantiatsaholiniaina, Kouikoglou, Phillis (2004) e Parris, Kates (2003) a sustentabilidade possui um amplo apelo. Porém com pouca especificidade. Além disso, o processo de tomada de decisão acerca da sustentabilidade envolve parâmetros com grau de complexidade elevado e por diversas vezes mal definidos.

Nesta pesquisa, o conceito de sustentabilidade ambiental foi utilizado para incorporar ao reprojeto de produto ações que permitam a a redução de impactos ambientais na indústria moveleira.

2.2 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Quando o assunto é competitividade, a busca por novos produtos, tem se tornado primordial sendo considerado então, o processo de desenvolvimento de produto - PDP, como o negócio mais relevante que os demais dentro de uma organização (LEITE, 2011).

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006) as principais características que fazem com que o processo de desenvolvimento de produto - PDP tenha uma natureza diferente dos demais processos são:

- a) Grandes incertezas e riscos decorrentes das atividades e resultados;
- b) As decisões mais importantes ocorrem quando a incerteza é ainda maior, ou seja, no início do processo;
- c) Inflexibilidade para mudar as decisões inicialmente feitas;
- d) Interação com um alto volume de informações;

- e) As informações são retiradas de vários setores da empresa;
- f) Grande número de requisitos a serem atendidos simultaneamente no decorrer do ciclo de vida do produto.

Por se tratar de um processo onde suas atividades influenciam e são influenciadas pelo trabalho de todos os funcionários, uma estrutura bem definida (processos, estratégias, pessoas e ferramentas) pode ser decisiva no aumento de sucesso nos resultados (Rozenfeld *et al.*, 2006).

Fatores como velocidade de desenvolvimento, eficiência e qualidade do produto, podem determinar o quão competitivo este pode ser, considerando que processo de desenvolvimento do produto está ligado à competitividade de uma empresa, e de seu posicionamento no mercado (CLARK, FUJIMOTO, 1991). Por consequência disto, Corswant e Tunanlv (2002) afirmam que as empresas tem buscado formalizar o PDP, embora com dificuldades para execução do mesmo.

Pahl e Beitz (1996) propõe que o PDP deve ser planejável, otimizável, executável e verificável, considerando a sua importância. Deste modo, o resultado é um produto que desperta o interesse de aquisição do mercado.

Para Rozenfeld *et al.* (2006) o PDP pode ser conceituado como um aglomerado de atividades que busca traduzir as necessidades do mercado, as restrições tecnológicas e as estratégias competitivas, na especificação de um produto e de um processo para sua industrialização.

Já Back *et al.* (2008) conceituam o PDP como um processo de transformação das informações que são necessárias, como identificação de demanda, a produção e o uso do produto, admitindo que este processo engloba atividades desde a pesquisa de mercado, o projeto do produto, o projeto de processo, projeto de manutenção chegando até ao descarte do mesmo. Isso faz com que o processo de desenvolvimento de produto seja realizado por uma equipe de trabalhadores multidisciplinares.

Fatores críticos como o trabalho em equipe, o tipo de liderança, condução do projeto, o envolvimento entre a cadeia, a construção de protótipos, testes, ferramental e produção-piloto, segundo Martins *et al.* (2003) são determinantes para que ocorra um desempenho satisfatório do PDP. Desta forma, é necessária uma análise crítica por parte das organizações, principalmente, no que tange à

delegações claras de atividades e responsabilidades aos envolvidos no processo de desenvolvimento de produto.

Como o PDP atua na fronteira entre a empresa e o mercado e possui relevância fundamental para a competitividade de uma organização, é necessário que este seja um processo dinâmico, uma vez que trabalha com grande diversidade de informações. Diante disso, o processo de gerenciamento deste tipo de atividades se torna mais complexo, sendo plausível, a utilização de Modelos de Referência como auxílio (LEITE, 2011).

Os Modelos de Referência podem ser conceituados como um guia para que as empresas desenvolvam seus produtos e são compostos pela descrição das etapas do PDP, os recursos, informações, fases, responsabilidades, entre outros. Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), os Modelos de Referência servem como maneira de formalizar o modelo de gestão e, portanto, possibilitar a todos os envolvidos uma visão comum deste processo e ainda direcionar a empresa quanto ao gerenciamento e estruturação deste processo.

O Quadro 1 aborda os diversos tipos de Modelos de Referências de Desenvolvimento de Produtos, bem como suas fases de funcionamento.

QUADRO 1 - RESUMO DAS FASES DOS MODELOS DE REFERÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Modelo	Fases
ASIMOW (1962)	Identificação da necessidade; Estudo da forma de execução; Projeto preliminar; Projeto detalhado; Planejamento da produção; Planejamento da distribuição; Planejamento do consumo; Planejamento da retirada do produto.
ARCHER (1968)	Elaboração de um programa; Coleta de dados; Análise; Sintetização; Desenvolvimento; Comunicação.
KOTLER (1974)	Geração de ideias; Triagem de ideias; Desenvolvimento e teste do conceito; Estratégia de marketing; Análise de mercado; Desenvolvimento do produto; Teste no mercado; Comercialização.
JONES (1976)	Divergência: Obtenção da informação primária; Exploração da situação do projeto. Transformação: Transformação da estrutura do problema; Convergência: Localização de parâmetros; Descrição de sub-soluções; Identificação de contradições; Combinação de sub-soluções em alternativas; Avaliação de alternativas; Seleção.
CRAWFORD (1983)	Identificação e seleção das oportunidades; Geração do conceito; Avaliação do conceito; Desenvolvimento; Lançamento no mercado.
BACK (1983)	Estudo da viabilidade; Projeto preliminar; Projeto detalhado; Revisão e teste; Planejamento da produção; Planejamento do mercado; Planejamento para o consumo e manutenção; Planejamento da obsolescência.

continua

continuação

BONSIEPE <i>et al.</i> (1984)	Para ele, a metodologia é só uma ajuda no processo projetual, não tendo finalidade em si mesma. O projetista é que deve ter o controle e a decisão de qual alternativa utilizar.
PARK e ZALTMAN (1987)	Geração de ideias; Seleção das ideias; Geração do conceito do produto; Análise do desempenho do mercado; Desenho do mix de marketing; Teste do mercado; Comercialização.
ANDREASEN e HEIN (1987)	Investigação da necessidade; Determinação da necessidade básica; Determinação do tipo de produto e de processo; Determinação do princípio de design; Determinação do tipo de produção; Efetuação do design do produto; Pesquisa de marketing; Design preliminar; Planejamento da produção; Preparação para a produção; Vendas e produção; Execução; Produção; Vendas.
SUH (1988)	Identificação de uma necessidade social; Determinação dos requisitos funcionais; Determinação dos atributos do produto; Protótipo; Produção do produto.
CLARK e FUJIMOTO (1991)	Concepção do produto; Planejamento do produto; Projeto do produto; Projeto do processo.
WHEELWRIGHT e CLARCK (1992)	Geração e desenvolvimento de ideias; Determinação dos requisitos e detalhamento dos projetos; Foco na inovação e desenvolvimento dos projetos selecionados.
BÜRDEK (1994)	Identificação do problema; Análise da situação; Definição do problema; Geração de alternativas; Avaliação e escolha; Realização.
BOMFIM (1995)	Modelo que apresenta cinco pontos: O Projetista, a Empresa, a Sociedade como Instituição que determina as políticas econômicas e o Produto, que representa as necessidades do mercado produtor e consumidor.
ROOZEMBURG (<i>et al.</i> , 1996)	Definição do problema; Valores do sistema; Síntese do sistema; Análise do sistema; Seleção do melhor sistema; Planejamento da ação.
PRASAD (1997)	Definição da missão da empresa; Definição do conceito; Engenharia e análise; Design do produto; Prototipagem; Planejamento e operacionalização de engenharia; Operacionalização e controle da produção; Fabricação; Melhoria, suporte e entrega.
DICKSON (1997)	Geração de ideias; Desenvolvimento do conceito; Planejamento do desenvolvimento; Desenvolvimento e teste; Lançamento no mercado.
KAMINSKI (2000)	Especificação técnica das necessidades; Estudo da viabilidade; Projeto básico; Projeto executivo; Planejamento da produção; Execução.
ULRICH e EPPINGER (2000)	Planejamento de marketing; Planejamento do design; Planejamento da manufatura; Desenvolvimento do conceito; Definição da arquitetura do produto; Detalhamento do design; Teste e refinamento; Produção.
BAXTER (2000)	Identificação de uma oportunidade; Pesquisa de marketing; Análise dos produtos concorrentes; Proposta do novo produto; Elaboração da especificação da oportunidade; Especificação do projeto.
LÖBACH (2000)	Análise do problema; Geração de alternativas; Avaliação das alternativas; Realização da solução do problema.
BITTENCOURT (2001)	Estabelecimento do problema (conjunto das necessidades); Identificação do reprojeto; Melhorias técnicas; Demanda de mercado; Demanda de segurança; Efeitos legais.
ABRAMOVITZ (2002)	Especificação de metas; Elaboração de requisitos; Restrições do projeto; Montagem de um cronograma de execução das etapas.

continua

conclusão

PAHL <i>et al.</i> (2005)	(1) Planejamento da tarefa: Análise do mercado, empresa e conjuntura; Desenvolvimento e seleção de ideias; Esclarecimento da tarefa; Elaboração da lista de requisitos; (2) Desenvolvimento do princípio da solução; (3) Desenvolvimento da estrutura de construção: Formação do corpo preliminar; Seleção de estudos preliminares; Refinamento da forma preliminar; Avaliação; (4) Projeto da forma definitiva: Eliminação de pontos fracos e erros; Elaboração de lista preliminar; Elaboração de instruções para produção e montagem; (5) Desenvolvimento da documentação para fabricação: Detalhamento, complementação e verificação da documentação.
ROZENFELD <i>et al.</i> (2006)	1-Pré-Desenvolvimento: Planejamento estratégico dos produtos; Planejamento do projeto. 2 – Desenvolvimento: Projeto informacional; Projeto conceitual; Projeto detalhado; Preparação da produção; Obtenção de recursos de fabricação; Planejamento da produção piloto; Recebimento e instalação de recursos; Produção do lote piloto; Homologação do processo; Otimização da produção; Certificação do produto; Desenvolvimento de processos de fabricação e manutenção; Lançamento do produto: Planejamento do lançamento; Desenvolvimento dos processos de venda, distribuição, atendimento e assistência; Marketing; Lançamento do produto; Gerenciamento do lançamento. 3 – Pós-Desenvolvimento: Acompanhamento do produto e processo: Avaliação da satisfação do cliente; Monitoramento do desempenho; Auditoria pós-projeto; Registro de lições apreendidas. Descontinuação do produto: Análise, aprovação e planejamento da descontinuidade; Preparação e acompanhamento do recebimento do produto; Descontinuação da produção; Finalização do suporte ao produto; Avaliação e encerramento do projeto.
BACK <i>et al.</i> (2008)	1 – Planejamento: Planejamento do projeto. 2 – Projetoção: Projeto informacional; Projeto conceitual; Projeto preliminar; Projeto detalhado. 3 – Implementação: Preparação da produção; Lançamento; Validação.
SILVA (2012)	1 - Pré-desenvolvimento: esclarecimento da tarefa, planejamento estratégico. 2 – Desenvolvimento: projeto conceitual, projeto preliminar, projeto detalhado, elaboração do protótipo, processos de fabricação e manutenção, validação do produto, lançamento do produto. 3 – Pós-desenvolvimento: acompanhamento de processo e produto, engenharia reversa, finalização do suporte ao produto

FONTE: ADAPTADO DE SILVA (2012)

Dentre os modelos analisados, observa-se que poucos são os modelos que adotam atividades que favorecem o meio ambiente e, na grande maioria, a preocupação é apenas a retirada do produto do mercado, não ficando evidente o destino dado ao produto após a coleta.

Deste modo, pode-se considerar que nos modelos a Logística Reversa é atendida apenas em partes, ou seja, na preocupação com a coleta. Não existe uma descrição das possibilidades de destino após o retorno no produto, nem vestígios de um planejamento desde o começo do projeto para que o destino do produto seja encontrado de maneira mais eficaz.

À medida que as necessidades ambientais se tornam evidentes é preciso adaptar o processo de desenvolvimento de produto para atender a estas exigências, e para isso, faz-se essencial a adição de atividades de cunho ambiental no decorrer de todo o processo, desde os primeiros planejamentos.

Para um modelo de referência seja voltado para o meio ambiente, este deve considerar alguns tópicos como:

- a) Variáveis ambientais na formulação do problema de projeto;
- b) Análise de matérias-primas focada em impactos de sua extração;
- c) Impactos ambientais causados no processo de produção do produto;
- d) Impactos causados durante o período de uso do produto;
- e) Análise do ciclo de vida do produto nas fases iniciais do projeto;
- f) Possibilidade de ACV com diferentes possibilidades de materiais;
- g) Utilização de materiais reciclados;
- h) Utilização de materiais recicláveis;
- i) Possibilidade de desmontagem do produto sem danificar seus componentes;
- j) Retorno do produto após fim da vida útil com destino para os componentes;
- k) Destino adequado para os resíduos gerados durante todo o ciclo de vida do produto.

Corroborando com estas diretrizes, podem-se citar alguns parâmetros que auxiliam na execução de um projeto de acordo com requisitos ambientais, o que consequentemente auxilia na redução de impactos ambientais.

Portanto, o modelo que mais se aproxima destas exigências ambientais, é o modelo proposto por Bittencourt (2001), onde busca-se reduzir o impacto ambiental, em maior ou menor quantidade, gerado na fabricação de qualquer produto, através de alterações no conceito, configuração e características físicas do produto, sem comprometer a viabilidade técnica e econômica dos produtos.

2.2.1 Modelo de Bittencourt (2001)

Neste modelo, as seguintes fases são propostas: Reprojetto informacional, Reprojetto conceitual, Reprojetto preliminar e Reprojetto detalhado.

A primeira atividade do modelo consiste em identificar a necessidade de execução do reprojeto do produto, e isto implica em tomadas de decisão e participação da alta gerência, o que pode gerar conflitos pelo não retorno financeiro imediato de um reprojeto com demanda ambiental. Nesta etapa, devem ser realizados alguns esclarecimentos estratégicos como: a empresa deseja utilizar o reprojeto como um diferencial ambiental ou apenas cumprir com a legislação, em qual etapa a empresa irá considerar a demanda ambiental, estabelecer a prioridade ambiental dentro de outras prioridades, definir fases do ciclo de vida sob a responsabilidade da empresa.

A fase 1, **Reprojeto informacional**, baseia-se nas informações do produto existente para auxiliar no esclarecimento do problema e do nível de reprojeto. No decorrer desta fase, algumas atividades são desenvolvidas, iniciando com a recuperação das informações e documentação relacionadas a clientes e legislações de cada etapa do ciclo de vida do produto, para identificar os requisitos dos clientes e considerá-los como uma necessidade de melhoria para o produto. Elaborar quais são os requisitos ambientais tomando como base os impactos considerados na análise do ciclo de vida do produto. Determinar em qual nível o reprojeto deve acontecer, considerando, principalmente, as características ambientais que o produto já possui. Elaborar, a partir dos requisitos dos clientes e das necessidades ambientais identificadas, os requisitos ou especificações para o reprojeto de forma hierárquica.

A fase 2, chamada de **Reprojeto conceitual**, é onde orienta-se quais modificações serão realizadas na concepção do produto, visando à redução do impacto ambiental. A primeira atividade que engloba esta fase é recuperação da concepção original do produto, como funções, fluxo de matéria, energia e fluxo de informações, que serão confrontadas com os requisitos de reprojeto estabelecidos. Por conseguinte, realiza-se uma avaliação das funções do produto com vistas aos impactos ambientais que estas geram e, a partir disso, selecionar a estrutura funcional que gere menos impacto e melhor atenda aos requisitos do cliente. Por

fim, uma nova concepção funcional deve ser gerada, além de concepções alternativas.

A fase **Reprojeto preliminar**, não existe de forma detalhada, apenas com suas etapas e tarefas. A primeira etapa é a elaboração do *layout*, com as tarefas: selecionar as especialidades do projeto, elaborar as configurações alternativas com base nas especialidades. A segunda etapa consiste na modelagem e simulação ambiental e a última etapa a seleção da melhor configuração.

A última fase, o **Reprojeto detalhado** possui as etapas: detalhamento ou recuperação do *layout*, seleção de parâmetros, otimização paramétrica, mudanças nos materiais e nos processos de produção, detalhamento do produto alterado, verificação dos ganhos ambientais obtidos, construção de protótipos para testes e elaboração da documentação de reprojeto. Na Figura 1 é possível analisar todas as fases e atividades dos modelos de referência proposto por Bittencourt (2001).

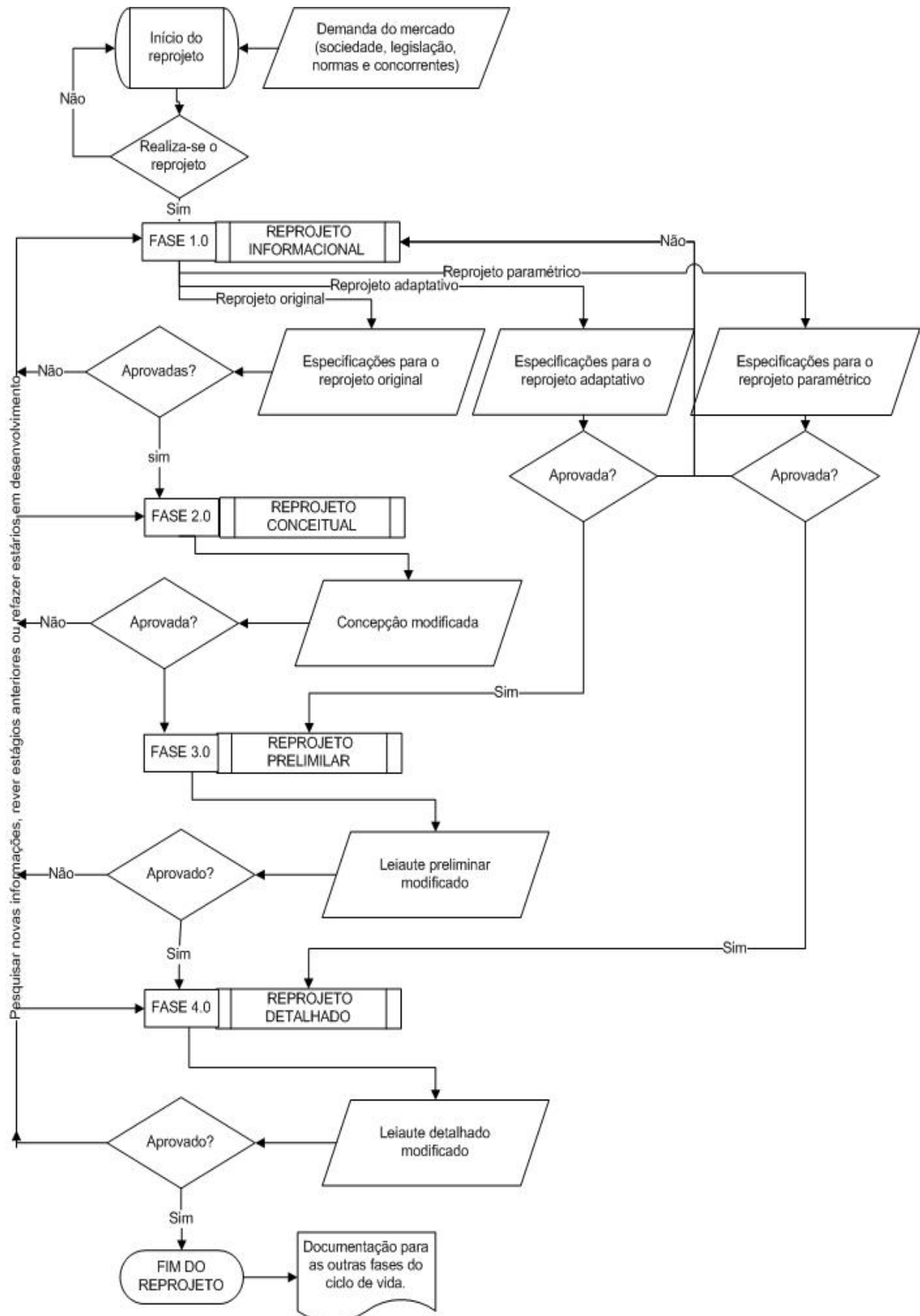


FIGURA 1 - MODELO DE REFERÊNCIA DE BITTENCOURT
 FONTE: BITTENCOURT (2001)

O autor enfatiza que todo produto gera algum tipo de impacto e que, constantemente, podem aparecer em menor dimensão, o que tem despertado das organizações uma necessidade de adaptar-se às pressões ocasionadas pelas legislações, normalizações e acordos empresariais, pelos consumidores, que já se dispõem a pagar mais por um produto dentro dos requisitos ambientais e também pelos concorrentes.

Bittencourt (2001) alerta também sobre as dificuldades acerca da implementação de requisitos ambientais no projeto do produto, dada a complexidade deste tema considerando que outros objetivos também são almejados pelas empresas tais como custo, qualidade, tempo de produção, entre outros.

Além disso, esclarece-se quais são os tópicos responsáveis por cada umas das abordagens ambientais do ciclo de vida do produto como a engenharia ambiental responsável por tratar problemas ambientais após o processo produtivo do produto, a prevenção da poluição, que antecipa o surgimento das emissões e, as especialidades de projetos relacionadas ao meio ambiente que, incluem propostas de projetos para reciclagem, desmontagem, reuso, remanufatura, maior eficiência energética, entre outros.

O autor ainda afirma que “quando se considera um só aspecto ambiental, pode-se estar transferindo o problema, ao invés de solucioná-lo”.

Além disso, umas das ferramentas de apoio utilizada por Bittencourt (2001) são as LiDS (*lifecycle design strategies*) consideradas um método de estruturar, visualizar, comunicar, avaliar e documentar as estratégias de projetos direcionados ao meio ambiente. As LiDS possuem oito estratégias (Quadro 2), voltadas para o meio ambiente tais como: desenvolvimento de novos conceitos, seleção de materiais de baixo impacto, redução de material, otimização das técnicas de produção, otimização do sistema de distribuição, redução do impacto do uso, otimização do tempo de vida e otimização do fim de vida.

QUADRO 2 - ESTRATÉGIAS ABORDADAS PELAS LID'S

Estratégia Ambiental	Ações
Desenvolvimento de novos conceitos	Corresponde às ações de mudanças em termos da estrutura funcional e/ou dos princípios de solução. As prioridades desta estratégia, é maior quando identifica-se que os principais impactos ambientais podem ser relacionados a princípios de solução ou função do produto.

continua

conclusão

Seleção de material de baixo impacto	Corresponde às ações de mudanças em termos do tipo de material que é utilizado na constituição dos componentes. A prioridade desta estratégia é maior, quando identifica-se que: <ul style="list-style-type: none"> a) o produto é constituído de materiais que geram impactos ambientais significativo no processo de extração ou pré-fabricação; b) o impacto ambiental nos processos de fabricação estão relacionados ao tipo de material usado, ou c) o impacto ambiental do descarte de determinados materiais é muito alto
Redução de material	Corresponde às ações de mudanças em termos da quantidade de material utilizado no produto. refere-se principalmente à redução de peso e volume do produto.
Otimização das técnicas de produção	Corresponde principalmente a escolha de processos de fabricação com menor impacto ambiental: energeticamente mais eficientes; que produzam menor quantidade de resíduos sólidos, efluentes e menor consumo de recursos tóxicos. A necessidade de uma maior prioridade desta estratégia ocorre quando identifica-se um impacto ambiental na fase de produção em relação as outras etapas do ciclo de vida.
Otimização do sistema de distribuição	Correspondem as ações que procuram minimizar o impacto ambiental na fase de distribuição e venda do produto, portanto um alto impacto nestas fases indicaria a necessidade de maior prioridade nesta estratégia. A prioridade nesta estratégia está relacionada ao impacto ambiental das fases do ciclo de vida responsável pela introdução do produto no mercado, ou seja, correspondem aos impactos ambientais causados indiretamente pelo produto, relacionados, principalmente, à sua embalagem e ao seu acondicionamento no meio de transporte adotado.
Redução do impacto do uso	Correspondem às ações que procuram minimizar o impacto ambiental na fase de uso do produto, portanto a identificação de um alto impacto nesta fase indicaria a necessidade de maior prioridade nesta estratégia. O impacto ambiental nesta fase é relacionado tanto com o consumo de energia e material, quanto aos resíduos gerados na operação do produto.
Otimização do tempo de vida	Correspondem as ações que procuram estender a vida do produto, tais como: modularizar o produto, facilitar a desmontagem e manutenção, capacitar o produto em termos de projeto e funcionalidade, diminuindo o período de obsolescência. A necessidade de uma maior prioridade nesta estratégia é relacionada com um alto impacto ambiental na fase de produção e descarte em relação ao total geral do impacto ambiental do ciclo de vida
Otimização do fim de vida	Correspondem às ações que procuram diminuir o impacto ambiental no descarte do produto, tais como: melhorar a reciclabilidade, estimular o reaproveitamento, facilitar a desmontagem do produto, entre outros. A necessidade de uma maior prioridade nesta estratégia é relacionada com um produto que possui componentes com impacto ambiental significativo em relação ao impacto total do produto ou, quando a fase de produção ou descarte do produto possui impacto ambiental alto em relação ao impacto geral do ciclo de vida do produto.

FONTE: BITTENCOURT (2001)

Deste modo, a avaliação dos modelos citados anteriormente teve como base, entre outras, as oito estratégias da LiDS utilizadas por Bittencourt (2001) na

sua proposta de reprojeto para o meio ambiente. No Quadro 3, observa-se uma síntese dos resultados obtidos através desta análise, para servir de base na elaboração das iniciativas do estudo de caso.

os itens assinalados com um “X” correspondem aos modelos que possuem alguma característica as atividades citadas nas colunas.

QUADRO 3 - ANÁLISE DOS MODELOS DE REFERENCIA
 FONTE: A AUTORA (2013)

	Análise de ciclo de vida	Seleção de materiais de baixo impacto	Redução no uso de materiais	Otimização nas técnicas de produção	Utilização de componentes em nível inferior	Redução no impacto de uso	Matérias primas que possam ser recuperadas	Otimização do tempo de vida	Pesquisas com componentes retornados	Recebimento do produto
ASIMOW-1962	-	X	-	-	-	-	X	X	X	-
ARCHER-1968	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KOTLER-1974	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JONES-1976	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PAHL e BEITZ-1977	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BACK-1983	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-
CRAWFORD-1983	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BONSIEPE <i>et al.</i> (1984)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ANDREASEN e HEIN-1987	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PARK e ZALTMAN-1987	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUH-1988	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CLARK E FUJIMOTO 1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
WHEELWRIGHT e CLARCK-1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BÜRDEK-1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BOMFIM-1995	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ROOZEMBURG (et al., 1996)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DICKSON-1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PRASAD-1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

continua

conclusão

BAXTER (2000)	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KAMINSKI-2000	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-
LÖBACH-2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ULRICH e EPPINGER- 2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BITTENCOURT- 2001	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ABRAMOVITZ- 2002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PAHL <i>et al.</i> (2005)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ROZENFELD <i>et al.</i> -2006	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X
BACK <i>et al.</i> (2008)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SILVA (2012)	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X

FONTE: A AUTORA (2013)

Pode-se perceber que, dentre os modelos supracitados, são poucos os que possuem alguma evidência de atividades que são voltadas para o meio ambiente, e isto, faz com que os produtos desenvolvidos passem a ter qualidade ambiental reduzida e, também, gerem mais impacto ambiental durante o seu ciclo de vida útil.

2.3 LOGÍSTICA REVERSA

De acordo com o Conselho de Logística Reversa no Brasil (CLRB, 2011), a logística reversa planeja, opera e controla o fluxo físico e de informações, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo. Isso é feito por meio de Canais de Distribuição Reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, de prestação de serviços e de imagem corporativa.

Desse modo, o objetivo das organizações, sob o ponto de vista de logística reversa, foca em diminuir as perdas dos produtos, respeitar a legislação, gerar vantagens competitivas no mercado, garantir uma boa imagem corporativa e, ainda, satisfazer as necessidades dos clientes.

Ressalta-se que, a logística reversa vai além de recuperação e reciclagem de recipientes e embalagens, compreendendo os materiais retornados por danos, atividades de remanufatura, tratamento de resíduos perigosos e recuperação de recursos, ou seja, pode ser considerado o gerenciamento do ciclo de vida do produto (BALLOU, 2006; CHING, 1999; ROGERS, TIBBEM-LEMBKE, 1999).

O processo de retorno dos produtos, segundo Kumar e Malegeant (2005), geralmente segue os seguintes passos:

- a) Coleta: é a forma a qual a empresa providencia o retorno dos produtos;
- b) Inspeção/Separação: nessa parte, os produtos passam por processo de inspeção e separação para distinguir quais ainda podem ser reaproveitados e quais necessitam de um descarte final;
- c) Reprocessamento: são os processos responsáveis por quaisquer transformações dos produtos para que possam ser reaproveitados, seja o produto inteiro ou apenas alguns componentes;
- d) Descarte: é o destino adequado dado para aqueles produtos que por razões técnicas ou econômicas não puderam ser reaproveitados;
- e) Redistribuição: é quando o produto volta para o mercado, sendo ele novo ou de segunda linha. Neste processo, estão envolvidas as atividades de venda, transporte e armazenamento.

Segundo Prahinski e Kocabasoglu (2006), Rogers e Tibben-lembeke (1999) e Guarnieri (2011), são várias as possibilidades de atividades de logística reversa após o retorno dos produtos. Dentre elas, cita-se as mais tradicionais são:

a) Reuso: o reuso é a extensão do uso de um determinado produto sem alterar sua função original, considerando a revenda ou reutilização imediata do produto;

b) Melhoria do produto: pode ser entendido como sendo qualquer processo o qual forneça alguma melhoria para o produto. Podem-se empregar como exemplo os processos de reembalagem, reparo, reforma ou remanufatura;

c) Recuperação do produto: inclui os processos de canibalização e de reciclagem, onde a empresa pode aumentar sua receita com a venda de seus produtos para a reciclagem. Por exemplo, itens que eram jogados no lixo anteriormente ou, então, a própria empresa podem reutilizar produtos como matéria-prima;

d) Gerenciamento dos resíduos ou disposição final: quando não se tem outra opção de utilização para o produto, o gerenciamento de resíduo é responsável pela destinação correta, que inclui atividades de incineração e o envio dos resíduos para aterro sanitário, o aterro controlado e o lixão;

e) Remanufatura: a remanufatura ocorre quando uma peça de determinado produto sofre algum tipo de desgaste, precisando ser substituída por outra peça usada que, devem ser limpos e sem ferrugem ou corrosão, mas ainda possuam alguma finalidade de uso;

f) Reforma: reestruturação do produto ou de apenas alguns componentes para que o mesmo possa ter alguma melhora na sua utilização;

g) Reciclagem: o processo industrial de reciclagem inclui atividades de separação ou extração de materiais de interesse, eliminação de elementos que possam ser contaminantes e preparação dos produtos reciclados para a reintegração ao ciclo produtivo. Sua viabilidade técnica e econômica é um dos aspectos mais relevantes dos canais reversos e, também, o maior causador das dificuldades no geral.

Os resíduos industriais, por suas características técnicas e logísticas, são umas das melhores fontes de matérias-primas para a indústria de reciclagem onde a utilização desses produtos reciclados está associada a algumas vantagens que possam apresentar em relação à matéria-prima original (IPEA/ CEMPRE,1995):

- a) Menores preços de mercado;
- b) Ocasões de escassez da matéria prima nova;
- c) Economias de consumo de energia elétrica, vapor, água entre outros;
- d) Presença de ligas em sua constituição que permita a economia de insumos de qualquer natureza;
- e) Apresentação de subsídios especiais a seu uso;
- f) Apresentação de vantagem competitiva mercadológica na venda do produto final e para melhorar a imagem da empresa.

Em geral, os materiais reciclados entram com certa porcentagem com relação à matéria-prima nova, mesmo no caso dos metais, que em geral apresentam características favoráveis ao processo de reciclagem, não existem em quantidades suficientes para suprir toda a indústria. Os principais aspectos relacionados com o destino dos materiais recicláveis são:

a) Canibalização ou Desmanche: quando os produtos são retornados, eles passam por um processo de desmontagem que resulta na separação dos componentes que ainda são passíveis de reciclagem industrial. A canibalização é quando o fabricante reaproveita alguns destes componentes de um produto em outros, com o propósito de poupar o uso de matérias primas novas;

b) Doação para caridade: quando quaisquer outros processos visando uma alternativa de revalorização dos produtos não possuem viabilidade econômica opta-se por doar os produtos para a caridade, o que é visto pela sociedade como sendo um ato positivo, agregando para empresa valor a sua imagem corporativa. Entretanto, é uma atividade que precisa de certo cuidado, pois os produtos doados podem conter tipos de resíduos prejudiciais à saúde do receptor. Além disso, este tipo de atividade interfere de maneira negativa nas pesquisas que mensuram a quantidade de resíduos gerados, considerando que o mercado de segunda mão absorve a sua maioria;

c) Incineração: o processo de incineração consiste em queimar determinado produto até que o mesmo se transforme em cinzas. Embora este processo esteja ligado à geração de energia, está sendo constantemente contestado devido às emissões de gases tóxicos que ele provoca;

d) Venda ao mercado secundário: existindo interesse condições de uso, um produto pode ser revalorizado através do mercado secundário onde são comercializados por diversas vezes até o fim de sua vida útil. Um exemplo prático

seria o setor automobilístico, onde os carros são revendidos por diversas vezes antes de se tornarem obsoletos.

2.3.1 Análise do Ciclo de Vida - ACV

O conceito de ciclo de vida perpetuou-se como sendo o estudo relacionado ao balanço de materiais de um produto, e possui como atores envolvidos desde mineradores de matéria prima, projetistas e usuários até os coletores e recicladores (O'CONNOR, BLYTHE, 1997).

O ciclo de vida pode ser considerado, segundo a ISO 14044 (2006) como sendo o período de tempo desde que a matéria-prima é extraída da natureza, o transporte para a fábrica, a industrialização e montagem do produto, transporte para o comércio, a comercialização, entrega para o consumidor, até o consumo do produto, finalizando no descarte do produto pelo consumidor. Desse modo, é possível descrever o ciclo de vida de um produto como sendo o período que compreende “do berço ao túmulo”.

Pode-se citar a existência da chamada ACV Social, onde os impactos sociais, tanto positivos quanto negativos, são identificados no ciclo de vida de um produto, considerando as etapas incluindo a extração e processamento de matéria, fabricação, distribuição, uso, re-uso, manutenção, reciclagem e disposição final (FONTINELE, 2010).

A ACV leva em consideração principalmente os impactos ambientais no que diz respeito a estudos relacionados com saúde ecológica, humana e esgotamento de recursos naturais. Porém, a ISO 14040 (1997) cita que em uma análise de ciclo de vida podem ser considerados aspectos econômicos e sociais.

A ACV constitui-se numa ferramenta estratégica utilizada para várias finalidades, como por exemplo, identificar e quantificar de forma ambiental os impactos causados pela produção, uso e descarte de um produto e seus materiais.

Segundo Kuo, Huang e Zhang (2001), a ACV pode ser conceituada como "um processo objetivo para avaliar as cargas ambientais associadas a um produto ou atividade, através da identificação e quantificação da energia e dos materiais utilizados, bem como dos resíduos liberados para o meio-ambiente”.

Coltro (2007) conceitua a Avaliação do Ciclo de Vida como uma ferramenta capaz de detectar os possíveis impactos ambientais causados por um produto ou processo possibilitando, também, identificar qual etapa do ciclo de vida é mais passível de gerar impactos.

Curran (1996) ainda considera que a ACV é importante para comparar o desempenho de produtos com as mesmas funções, e indicar qual deles causa mais impacto para o meio ambiente.

Deste modo, com a identificação das consequências ambientais causadas pelos produtos, a ACV tem sido a grande motivadora das indústrias a considerarem a relação entre seus produtos e o meio ambiente e, seus resultados influenciam também no processo de tomada de decisões e seleção de indicadores ambientais, utilizados em grande parte nos relatórios de sustentabilidade (UGAYA, 2001).

É importante ressaltar que não consta como objetivo de uma ACV obter informações para determinar se dado produto deve ou não ser produzido. Ela visa apenas documentar a utilização do produto durante sua vida útil. Porém, essas informações podem impactar de forma positiva na tomada de decisão quanto à produção, uso e disposição final (FONTINELE, 2010).

Para a realização de uma ACV é primordial a definição de um sistema de produto, que é composto por quatro itens: o produto, o processo, a distribuição e o gerenciamento e seus componentes são (KEOLEIAN, MENERAY, 1994):

- a) Produto: todos os materiais e, todas as formas de entrada, em cada estágio do ciclo de vida do produto podem ser tanto uma entrada física como material e energia necessárias para produção como também as informações necessárias;
- b) Processo: a transformação dos materiais e energia em produtos intermediários ou finais;
- c) Distribuição: é toda a transferência de materiais e energia entre cada estágio do ciclo de vida, como sistemas de embalagens ou redes de transportes;
- d) Gerenciamento: caracteriza-se pelos serviços administrativos, financeiros, compra, venda, serviço ao consumidor e programas de treinamentos.

A ISO 14040 (1997), de modo a formalizar o processo, estabelece quatro fases primordiais para a ACV apresentadas na Figura 2, determinação do objetivo e

escopo do trabalho, análise de inventário, avaliação do impacto e interpretação dos resultados.



FIGURA 2 - ETAPAS DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA
FONTE: ADAPTADO DE ISO 14044 (2006)

É possível notar que a etapa “interpretação dos resultados” está relacionada com todas as outras etapas, ou seja, a cada atividade realizada uma análise e interpretação dos dados e resultados obtidos deve ser realizada, o que facilita a etapa seguinte.

2.3.1.1 Definição do Objetivo e Escopo

Na determinação de um objetivo dentro do processo de ACV, deve-se de maneira inequívoca, explicitar a aplicação do estudo realizado, as razões pelas quais o estudo deve ser conduzido e o público alvo a quem se pretende apresentar os resultados da pesquisa.

Com relação a definição do escopo, a norma ISO 14040 apresenta grande flexibilidade na sua elaboração uma vez que durante o processo, várias etapas

podem ser alteradas. Na Figura 3, descrevem-se as etapas necessárias para a elaboração dos objetivos e do escopo para a ACV.

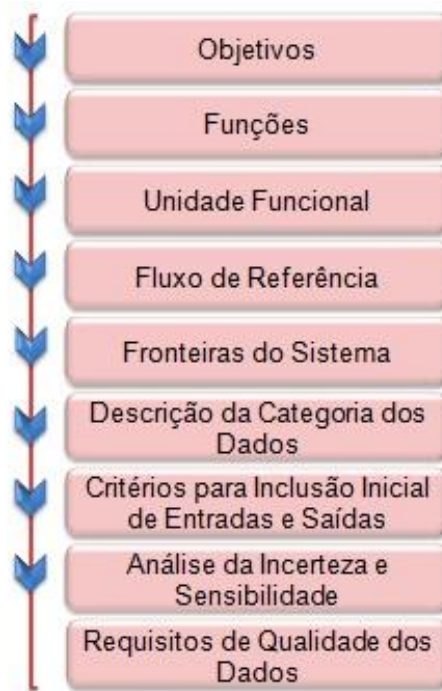


FIGURA 3 - FASES PARA DEFINIÇÃO DO OBJETIVO E ESCOPO
 FONTE: ADAPTADO DE ISO 14044(2006)

Dentro dessa etapa, dividida em fases, é possível então desenvolver a definição dos objetivos e escopo do ACV, detalhadas a seguir (ISO 14044, 2006):

- a) Objetivos: definição dos objetivos da ACV, público alvo;
- b) Funções: determinação das especificações e funções relativas ao desempenho esperado do produto;
- c) Unidade Funcional: quantificação da fase anterior para fornecer uma referência de padronização dos dados de entrada e saída, esta fase deve ser clara e mensurável;
- d) Fluxo de Referência: no caso de diversas funções a serem comparadas, a quantidade de produtos que serão necessários para a variável determinada na unidade funcional;
- e) Fronteiras do Sistema: definição de quais processos serão incluídos no estudo, como quais emissões serão avaliadas. É importante ressaltar que

a omissão de qualquer estágio do ciclo de vida deve ser claramente justificadas;

- f) Descrição da Categoria dos Dados: tem-se por exemplo as entradas (energia e matéria-prima) o produto e as saídas (emissões e impactos ambientais);
- g) Critério para Inclusão Inicial de Entradas e Saídas: basicamente são três os critérios estudados, massa do produto, energia necessária para sua fabricação e relevância ambiental;
- h) Análise da Incerteza e Sensibilidade: estima o quanto uma ACV pode variar, e para maior segurança deve ser executada em cada uma das três etapas da ACV;
- i) Requisitos de Qualidade dos Dados: é necessário que os dados sejam caracterizados tanto por aspectos quantitativos e qualitativos, quanto pelos métodos de coleta e integração dos dados. A ISO 14044 (2006) estabelece três parâmetros para avaliação da qualidade dos dados, cobertura temporal (que representa o tempo mínimo de coleta) o tempo de existência dos dados, cobertura geográfica, área indicada para coleta de dados e cobertura tecnológica, tecnologias que serão utilizadas.

Assim que definidos todos os elementos constituintes do escopo da ACV, a próxima etapa consiste na análise de inventário, a qual que determina a profundidade de rastreamento que acontecerá nas entradas e saídas.

2.3.1.2 Análise de Inventário

A conclusão da primeira etapa servirá de base para a realização de um ACV. Nesta próxima etapa, atividades como preparação, coleta, compilação e quantificação, das entradas e saídas de um produto ou sistema durante seu ciclo de vida útil. Pode-se observar de forma mais completa as atividades desta etapa na Figura 4.

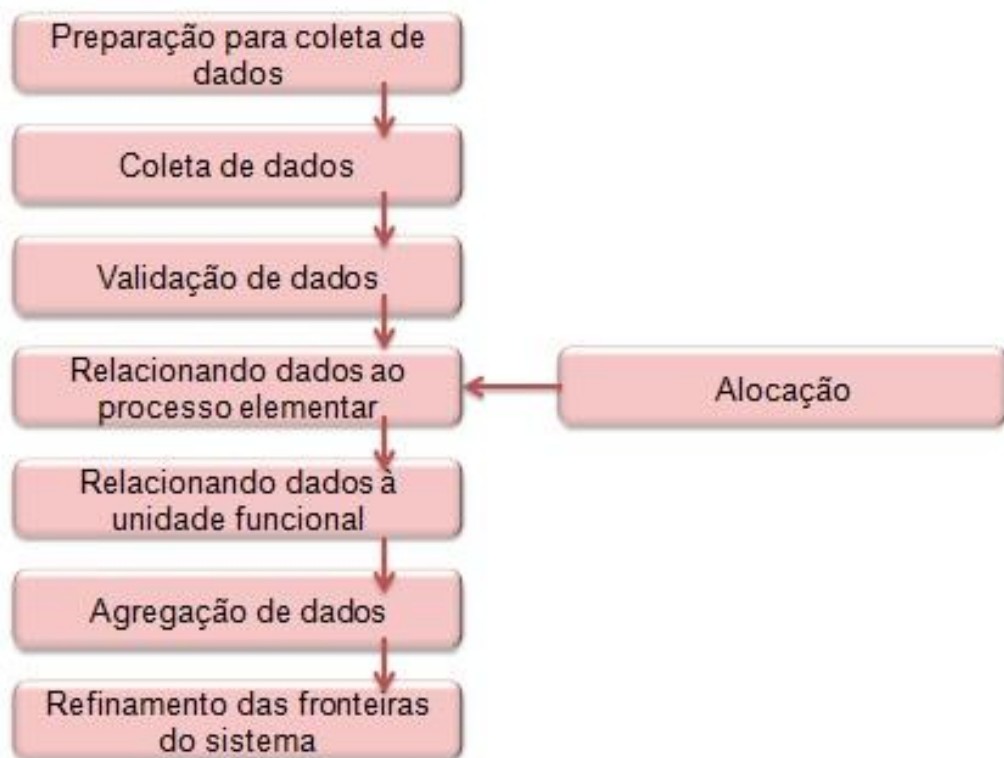


FIGURA 4 - FASES PARA A ETAPA DE AVALIAÇÃO DE INVENTÁRIO
 FONTE: ADAPTADO DE ISSO 14044 (2006)

Na etapa de análise de inventário, é necessária a identificação dos materiais, dos elementos dos processos estudados, dos fluxos de entradas e saídas destes elementos e a quantificação deste fluxo.

Geralmente, para a identificação das saídas, entradas e transformações do produto, é utilizado um fluxograma.

- a) Preparação para a coleta de dados: divisão dos sistemas mais complexos em uma série de subsistemas, para melhor identificação e compreensão de elementos que frequentemente se tornam imperceptíveis quando analisados de um nível maior;
- b) Coleta de dados: esta fase depende dos processos e elementos encontrados e requer conhecimento avançado sobre cada um, envolvendo uma descrição qualitativa e quantitativa das entradas e saídas, para determinar o início e fim do processo, bem como sua função. A partir disso, com as atividades, de entrada e saída, descritas para cada atividade, elas podem ser mensuradas. As fontes de dados podem ser as mais diversas, visto que, fornecedores e clientes fornecem a melhor fonte

de dados. Além disso, as fontes de dados podem ser da indústria, como registro de compras ou públicos, como ACV's públicas;

- c) Validação dos dados: procedimento de cálculos dos dados coletados, onde são estabelecidos balanços condizentes com as quantidades de material e energia, por exemplo, que o produto necessita para ser produzido;
- d) Alocação: esta etapa se dá através do compartilhamento do processo dos outros produtos, ou seja, assim como é necessário existir um balanço entre as entradas e saídas, os procedimentos de alocação também devem estar próximos das relações de entradas e saídas;
- e) Relacionando dados ao processo elementar: para cada processo deve ser determinado um fluxo de referência;
- f) Relacionando dados à unidade funcional: normalização dos fluxos de todos os processos;
- g) Agregação de dados: inserção dos dados coletados no *software* a ser utilizado para a efetivação da análise de ciclo de vida;
- h) Refinamento das fronteiras do sistema: delimitação de onde a análise começa e termina. Existem algumas distinções para as variadas formas de limitação, por exemplo, “do berço ao portão” que se refere a uma análise de um ponto inicial até um ponto limite; “do berço ao túmulo” análise de um ponto inicial até o ponto final; e “do portão ao portão” considera alguns tópicos sem relevar as extremidades.

A inexistência de dados ou de acesso a eles, o tempo que é exigido para a realização da avaliação, bem como os custos decorrentes da compilação dos dados, são, frequentemente, considerados como dificuldades no que tange a realização de uma ACV. Deste modo, Fava *et al.* (1993) afirmam que a sistematização e informatização seriam alternativas valiosas para a redução de custos e tempos relacionados à realização da avaliação ambiental.

A etapa descrita até então visa a quantificação das entradas e saídas, energia e resíduos gerados em um processo, ainda assim, os resultados podem sofrer interpretações distorcidas, sendo necessária a etapa de avaliação dos impactos.

2.3.1.3 Avaliação dos Impactos

A avaliação dos impactos é a etapa que permite uma interpretação mais detalhada dos resultados além da identificação dos impactos ambientais mais relevantes.

Usando-se de técnicas qualitativas e quantitativas, esta etapa permite a caracterização e avaliação dos materiais do inventário quanto aos aspectos ambientais e, como resultado, permitem que seja traçado um perfil ambiental do produto em estudo. Segundo Barreto (2007), os impactos são, geralmente, classificados por: uso de recursos, saúde e segurança humana, degradação ecológica, e outros efeitos sociais relacionados aos distúrbios no meio-ambiente.

Horberry (1984) define que:

“Impacto ambiental é a estimativa ou o julgamento do significado e do valor do efeito ambiental para os receptores natural, socioeconômico e humano. Efeito ambiental é a alteração mensurável da produtividade dos sistemas naturais e da qualidade ambiental, resultante de uma atividade econômica.”

Os impactos ambientais podem ser, segundo Barreto (2007), classificados de acordo com seus tipos, e que dependem de características e definições que podem auxiliar na avaliação dos impactos ambientais. Os impactos podem ser classificados como:

- a) Impacto positivo: quando o impacto resulta em uma melhoria na qualidade ambiental;
- b) Impacto negativo: quando o resultado do impacto é um dano a qualidade ambiental;
- c) Impacto direto: quando o impacto resulta de uma relação simples de causa e efeito;
- d) Impacto indireto: quando o impacto decorre de uma cadeia de reações;
- e) Impacto local: quando o impacto afeta apenas o próprio local;
- f) Impacto regional: quando o impacto se propaga por uma área maior;
- g) Impacto estratégico: quando o impacto afeta um recurso ambiental de importância nacional ou coletiva;
- h) Impacto imediato: quando o impacto ocorre no mesmo momento da ação;

- i) Impacto de médio e longo prazo: quando o impacto se manifesta tempo depois da ação;
- j) Impacto temporário: quando o impacto possui tempo determinado;
- k) Impacto permanente: quando o impacto é irreversível.

Na realização do ACV de um determinado produto, utilizando o *software* SimaPRO®, podem ser identificados os seguintes impactos no meio ambiente como (CARVALHO, 2008): elementos cancerígenos, mudança climática, radiação, camada de ozônio, ecotoxicidade, acidificação e eutrofização, uso do solo, combustíveis fósseis, minerais.

2.3.1.4 Interpretação dos Resultados

Etapa onde os resultados obtidos nas etapas anteriores são combinados e interpretados de acordo com os objetivos estabelecidos, com o propósito de tirar conclusões, fornecer recomendações, elaborar relatórios, identificação das questões importantes e nível de comprometimento das partes interessadas (ISO 14044 (2006)).

Para uma interpretação efetiva dos resultados de uma ACV é de extrema importância, ao lançar os dados no *software* selecionado, que esteja atento, principalmente no que se refere as quantidades e unidades de cada informação (ISO 14044, 2006).

Outra possibilidade interessante quando realizada uma ACV é a comparação entre resultados, ou seja, caso a empresa tenha dúvidas de qual material é mais adequado para a fabricação de determinado produto, é possível a realização de uma comparação entre as alternativas de materiais, obtendo assim, uma resposta favorável pra o material de menor impacto.

É importante ressaltar a relevância da limitação do sistema que se deseja estudar, uma vez que o uso das bases de dados globais também é limitado. O objetivo central desta análise é a visão geral da quantidade de impactos causados em cada etapa do ciclo de vida do produto.

2.4 INDÚSTRIA MOVELEIRA

No início do século XX a indústria moveleira trabalhava de forma artesanal, com pouca industrialização e baixo atendimento as necessidades do consumidor. No final na década de 1950, devido ao fluxo elevado de imigrantes, as empresas começaram a oferecer móveis de maior qualidade e mais elaborados (COELHO, EMERECIANO, 2009).

O setor moveleiro tem sofrido transformações positivas relativas à sua produtividade, alcançando até mesmo níveis internacionais. Isso se dá pelo fortalecimento existente ao longo de toda sua cadeia industrial (BOA *et al.*, 2012).

Dentre as principais barreiras encontradas neste setor cita-se grande verticalização da produção de móveis, falta de fornecedores qualificados, normatização em fase inicial, informalidade e pouco investimento em pesquisas e *design*. Portanto, se não revertidas, estas barreiras impactarão de forma negativa no desempenho da indústria moveleira (COUTINHO *et al.*, 2001).

Segundo Gorini (1999) uma das principais restrições sofridas por este setor possui caráter ambiental, no que diz respeito ao uso de matérias primas caracterizadas como de lei, o que tem aumentado a importância de *Pinus taeda* L.) e eucalipto (*Eucalyptus* spp), por se tratarem de madeiras de reflorestamento. Além disso, o Brasil é beneficiado pelo baixo custo de madeiras de reflorestamento, que em grande parte são utilizadas em aplicações exclusivas de outra natureza.

A indústria de móveis possui inúmeros processos produtivos, utiliza-se de vários tipos de matéria prima (madeira, metal) e, obtém uma diversidade grande de produtos finais. Outrossim, devido às perspectivas de mercado, as empresas, geralmente, são especializadas em um ou dois tipos de móveis (GORINI, 1999).

Coutinho *et al.* (2001) afirmam que os móveis de madeira são subdivididos em duas categorias, de acordo com seu acabamento: retilíneos; e torneados, onde o primeiro possui detalhes simples com linhas retas, e o outro, detalhes mais sofisticados com mescla de formas retas e curvas.

A demanda por móveis é relativa à renda da população e está compreendida entre 1% e 2% da renda familiar. Portanto, está propensa a variações, tornando-se um dos primeiros setores a sofrer com recessões. Outros fatores de influência

sofrida pela demanda são mudanças no estilo de vida, cultura, ciclo de reposição, *marketing*, entre outros (GORINI, 1999).

O fato do processo produtivo não ser contínuo, faz com que, geralmente, os avanços tecnológicos atinjam apenas determinadas etapas o que, em resumo, faz com que existam máquinas modernas e obsoletas trabalhando juntas (GORINI, 1999).

Outros fatores primordiais na competitividade da indústria moveleira, além da tecnologia, são ligados a matéria prima, *design*, especialização da produção, estratégias comerciais, distribuição, entre outros.

Desta forma, segundo Gorini (1999), a inovação deste segmento apoia-se principalmente, no aperfeiçoamento dos produtos, através da utilização do *design* e de novos materiais, considerando que alguns dos indicadores de qualidade final de um produto são: material, design e durabilidade.

O cunho artesanal da indústria moveleira foi substituído por novos equipamentos automatizados e por novas abordagens empresariais, o que resultou no incremento da produtividade e flexibilização dos processos, sendo possível obter produtos de características diferentes em uma mesma linha de produção (GORINI, 1999).

Outro fator que vem contribuindo para a flexibilização da produção além da redução dos custos e aumento da eficiência da cadeia produtiva, é a horizontalização dos processos, ou seja, vários produtores especializados em componentes para a indústria de móveis (GORINI, 1999)

O mercado consumidor foi fortemente influenciado pelas transformações no setor moveleiro principalmente a redução dos custos, deste modo, o consumo foi massificado em móveis do tipo retilíneo, os quais possuem um ciclo de reposição inferior e, conseqüentemente, reduzem as peculiaridades de bens duráveis dos móveis (GORINI, 1999).

A projeção de móveis tem sido voltada a redução da dificuldade de montagem por parte dos consumidores, ou seja, o montador já não é mais elemento necessário, o que reduz ainda mais o custo do produto (GORINI, 1999).

Embora muitos dados sobre a demanda de mão de obra, empregabilidade e estimativas de participação no PIB sejam feitos para os pólos industriais de cada setor moveleiro, conforme os dados creditados pela ABIMOVEL (2013), uma consulta pormenorizada pode relatar, mesmo que brevemente, um panorama geral

do comportamento e tendências participativas do setor moveleiro no cenário nacional.

A indústria brasileira de móveis é formada por um conjunto de mais de 13.000 empresas. Esta indústria emprega em torno de 233.000 brasileiros, gera cerca de 1.500.000 de empregos diretos, indiretos e correlatos, e tem um faturamento de aproximadamente US\$5 bilhões por ano. Mesmo sendo um setor importante da economia a participação do Brasil no comércio internacional de móveis é de apenas 0,7%. A China, Itália, Alemanha e Polônia foram responsáveis por mais de metade do total de US\$107 bilhões em móveis comercializados internacionalmente em 2011 (CSIL, 2011).

O setor moveleiro apresentou uma participação de 3,1% do PIB nacional (US\$ 24,3 bilhões) em 2006, gerando cerca de 8,3 milhões de empregos diretos e indiretos, de acordo com dados da Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente (ABIMCI, 2013).

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Móveis (ABIMCI, 2013), somente em 2006, o Brasil creditava em seus registros cerca de, 16.104 empresas de móveis, o que gerou aproximadamente 206.352 empregos formais.

O ano de 2011 iniciou com alta para o setor moveleiro, foram criados 9.989 novos postos de trabalho, acumulando cerca de, 266.341 dos empregos formais do setor, uma alta de 3,9% sobre o total registrado em dezembro de 2010, de acordo com o Ministério do Trabalho (ABIMCI, 2013).

Embora dados apontem que no ano de 2012 a produção industrial de móveis tenha fechado com uma alta de 0,7% superando um pouco o crescimento do PIB brasileiro (de 0,9%), acumulando uma alta no ano de aproximadamente 7%, de forma geral a geração de emprego não apresentou o mesmo cenário de crescimento para o ano de 2012, mostrando uma queda de 7,7% de profissionais ocupados na indústria de móveis, acumulando 281.121 dos empregos formais, de acordo com o Ministério do Trabalho, contudo, a cerca da produtividade, esta apresentou uma alta acumulada de 18,7% (ABIMOVEL, 2013).

De acordo com o relatório do Instituto de Estudos e Marketing Industrial (IEMI, 2013), houve um crescimento na produção no setor moveleiro de aproximadamente 2,8% em peças no ano de 2012. Para 2013, o mesmo Instituto aponta uma previsão na ordem de 5,5%. Já o varejo fechou o ano de 2012 com um aumento de 4,5% deve, em 2013 chegar a 6,8%.

As expectativas para 2013 respondem por um otimismo baseado na diminuição do consumo por automóveis e eletrônicos, que tiveram, com o incentivo do governo, seu auge em 2012. Assim, os índices especulativos apontam para um consumo privilegiado por móveis, fazendo com que o setor da indústria moveleira venha a apresentar um crescimento do PIB entre 3,5% a 5% de acordo com as estimativas também da Associação Brasileira da Indústria do Mobiliário (ABIMÓVEL, 2013).

O diagnóstico da geração de resíduos e a utilização destes resíduos pelo setor moveleiro dependem do conhecimento das classes e quantidades geradas. Estes dados são difíceis devido à ausência de informações detalhadas das reais quantidades geradas como resíduo, e que muitas vezes são reutilizadas como fontes alternativas de energia, pela queima de biomassa, venda ou disposição em aterro, por exemplo (SCHNEIDER *et al.*, 2003).

Por isso os dados são esparsos, sendo uma amostra quase individual, por empresa, região e tipo de geração de resíduos da cadeia produtiva moveleira, de forma a compor as poucas estimativas que venham a representar o montante gerador de resíduos por setor.

A indústria moveleira de madeira foi o objeto de estudo desta pesquisa, pelas dificuldades de adaptação relacionadas a questões ambientais que esta possui o que aumenta a relevância no fato de propor melhorias para o reprojeto de produtos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo tem como propósito a apresentação do método de pesquisa utilizado para a obtenção dos objetivos e a apresentação do tipo de pesquisa, e dos instrumentos de coleta de dados, a forma adotada para análise e apresentação dos resultados.

3.1 UNIDADE DE ANÁLISE

A unidade de análise desta pesquisa foi a redução de impactos ambientais através de iniciativas inseridas no reprojeto de produto do setor moveleiro do segmento de cadeiras de madeira.

3.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Como qualquer outra atividade sistemática e racional, para a elaboração de uma pesquisa é conveniente que as atividades desenvolvidas sejam planejadas, executadas e por fim analisadas e, admitindo o formato de um projeto, que pode ser considerado como um documento que descreve as ações a serem desenvolvidas (GIL, 2007).

Segundo Yin (2001), o projeto de pesquisa consiste em uma sequência lógica capaz de conectar os dados iniciais da pesquisa às suas conclusões, o que permite a percepção da relevância dos dados, bem como as formas de coleta, análise e interpretação dos resultados.

Portanto, segundo Gil (2007) está no ato da elaboração do projeto a possibilidade de esquematizar as atividades, tornando-as mais criativas.

Todos os tipos de classificações são realizados mediante alguns critérios. Desta forma, é usual que as pesquisas sejam classificadas segundo seus objetivos gerais. A escolha do método deve, portanto, ser útil para estabelecer a resposta da

pergunta em questão. Dentro deste contexto, citam-se três divisões visando o esclarecimento dos objetivos: exploratória, descritiva e explicativa, como mostra a Figura 5.

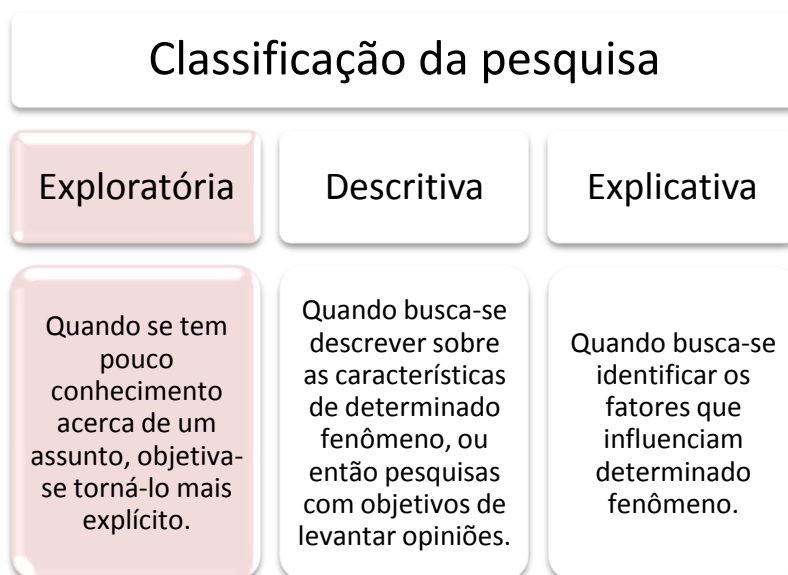


FIGURA 5 - NO DESTAQUE A CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA ADOTADA
FONTE: ADAPTADO DE GIL (2007).

Tendo em vista o objetivo da pesquisa de propor iniciativas de reprojeto de produto para redução de impactos ambientais, o tipo de pesquisa adotado foi o exploratório que, segundo Gil (2007), consiste no estudo de conceitos preliminares de um determinado assunto, que ainda apresenta divergências e ou lacunas na sua conclusão, de modo a torná-lo mais explícito.

Pode-se dizer, também, que as pesquisas classificadas como exploratórias, são desenvolvidas com o intuito de propiciar uma abordagem geral sobre determinado assunto. Deste modo, é possível descobrir o que acontece em situações que ainda são pouco compreendidas (GIL, 1999).

Pesquisas exploratórias, de acordo com Gil (2007) são comumente apresentadas na forma de pesquisas bibliográficas ou estudos de caso e, ainda, é comum que a pesquisa exploratória seja de natureza qualitativa.

Para Andrade (2002), a pesquisa exploratória, possui algumas finalidades em particular como por exemplo, apresentar maiores informações sobre determinados assuntos, auxiliar na delimitação do tema da pesquisa, apontar uma abordagem

distinta para determinado assunto e orientar acerca dos objetivos e formulação de hipóteses.

Por fim, explorar um assunto pode ser considerado como a incorporação de características inéditas, como forma de acrescentar conhecimento acerca de certo assunto. Deste modo, a pesquisa exploratória é vista como sendo o passo inicial no meio científico, possibilitando a realização de outros tipos de pesquisa caracterizadas como descritivas e explicativas.

3.3 NATUREZA DA PESQUISA

Como analisado anteriormente, a pesquisa exploratória, geralmente, não necessariamente, admite uma natureza qualitativa. Como a proposta desta pesquisa, fundamenta-se no uso da natureza qualitativa, os propósitos da pesquisa exploratória são adequados para justificar esta escolha, Figura 6.

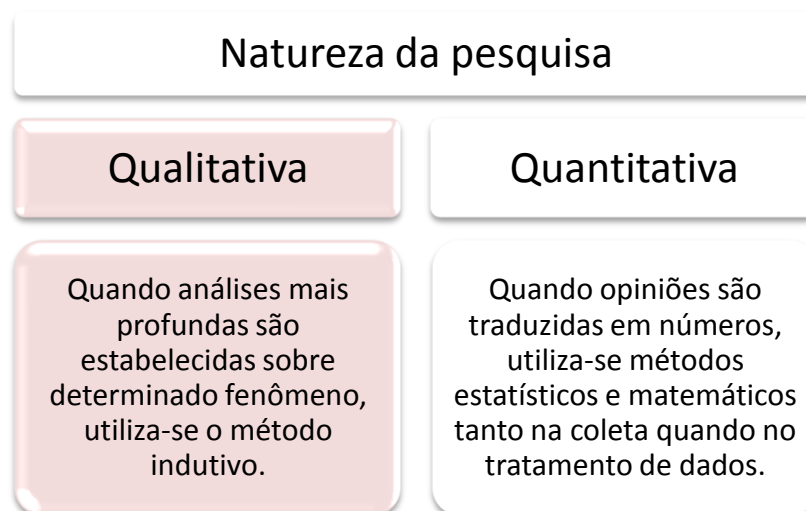


FIGURA 6 - NO DESTAQUE A NATUREZA DA PESQUISA ADOTADA
FONTE: ADAPTADO DE RICHARDSON *et al.* (1999).

Para Richardson *et al.* (1999) a abordagem quando realizada de forma qualitativa, visa buscar características sobre o assunto estudado incapazes de serem observadas em estudos quantitativos, e ainda afirma que:

“Os estudos que empregam uma metodologia qualitativa podem descrever a complexidade de determinado problema, analisar a interação de certas variáveis, compreender e classificar processos dinâmicos vividos por grupos sociais, (...) contribuir no processo de mudança de determinado grupo e possibilitar, em maior nível de profundidade, o entendimento das particularidades do comportamento dos indivíduos” (RICHARDSON *et al.*, 1999).

A principal diferença apontada entre as pesquisas de natureza qualitativa e quantitativa é que, nesta existe o emprego de métodos estatísticos na coleta e tratamento dos dados, enquanto na qualitativa não existe a pretensão de numerar ou realizar medições.

3.4 ESTRATÉGIA DA PESQUISA

A estratégia de pesquisa, ou então procedimentos de pesquisa, são os procedimentos técnicos adotados, ou seja, o delineamento do ambiente de coleta de dados e também as formas de controle que ocorrerão acerca das variáveis. Portanto, para a identificação de um delineamento de pesquisa o mais importante é o procedimento adotado para a coleta de dados (GIL, 2007).

Neste contexto a estratégia utilizada nesta pesquisa é o estudo de caso, exposta na Figura 7, que para Yin (2001) é a estratégia mais utilizada quando há o interesse em responder perguntas do tipo, “como” e “por que”, quando se tem pouco controle sobre os acontecimentos e, quando o foco está em algum fenômeno existente no contexto real. Além disso, o estudo de caso é capaz de trabalhar com uma grande variedade de evidências como documentos, artefatos, entrevistas, entre outros.

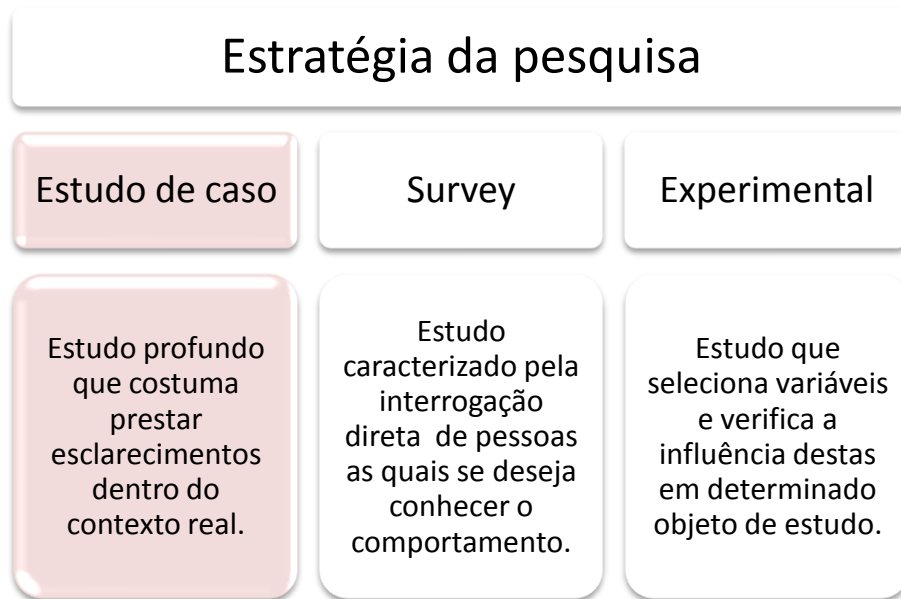


FIGURA 7 - NO DESTAQUE A ESTRATÉGIA DE PESQUISA ADOTADA
 FONTE: ADAPTADO DE GIL (2007).

Segundo Schramm (1971):

“A essência de um estudo de caso é tentar esclarecer uma decisão ou um conjunto de decisões: o motivo pelo qual foram tomadas, como foram implementadas e com quais resultados”

O estudo de caso hoje é utilizado por diversas razões, tais quais explorar situações da realidade, descrever a situação do contexto que está sendo estudado, formular hipóteses, desenvolver novas teorias, explicar variáveis causais, entre outras (GIL, 2007).

Por conseguinte, o estudo de caso foi realizado em uma indústria do ramo moveleiro, dando ênfase a três tipos diferentes de cadeiras fabricadas pela mesma, e os dados serão coletados através de quatro tipos distintos de fontes de evidência, descritos adiante.

3.5 ETAPAS DA PESQUISA

Após a escolha dos objetivos da pesquisa, geral e específicos, desenvolvimento da justificativa e das limitações bem como a elaboração do problema da pesquisa, optou-se por dividir a realização da pesquisa em etapas, para melhor visualização.

Para a realização desta pesquisa fez-se necessário o uso de cinco etapas principais, tais: pesquisa bibliográfica, levantamento de dados, análise do ciclo de vida, iniciativas para o processo de desenvolvimento de produto, conclusões e recomendações, (Figura 8). É possível analisar em detalhe cada uma das etapas a diante.

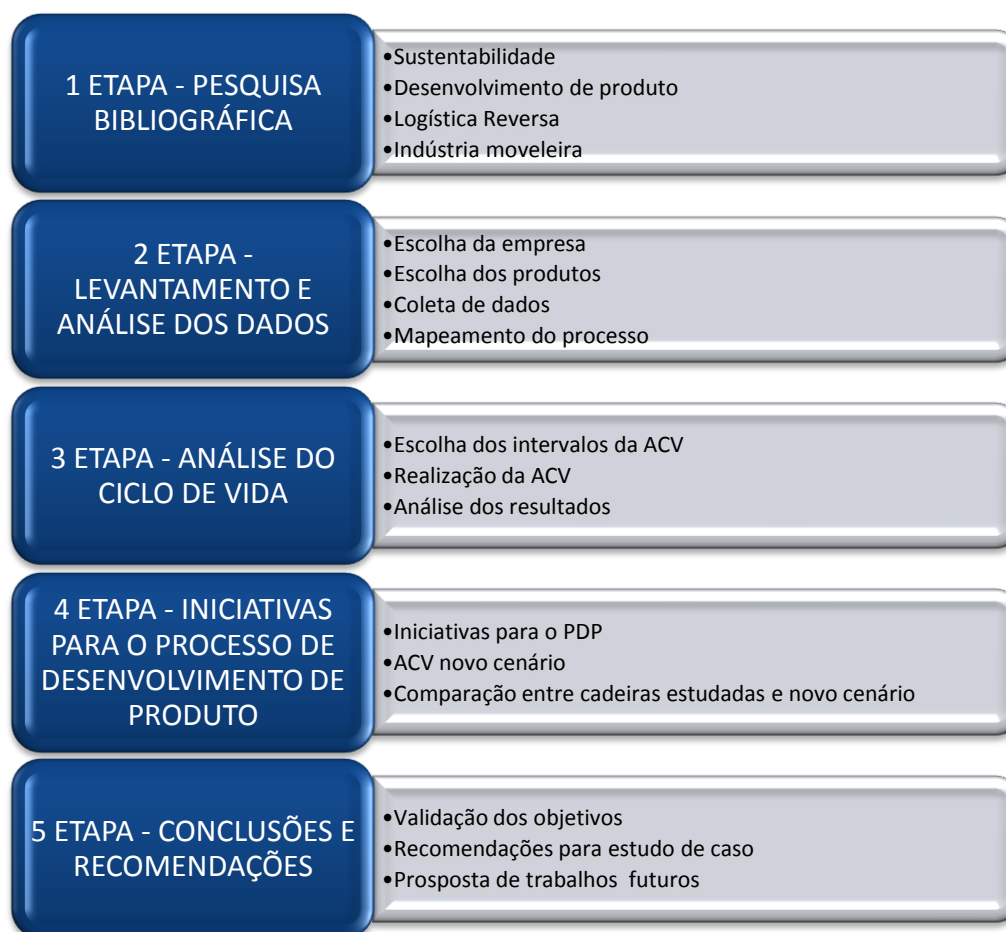


FIGURA 8 - ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA
FONTE: A AUTORA (2013).

3.5.1 Primeira Etapa: Pesquisa Bibliográfica

Considerada como uma etapa fundamental em qualquer trabalho científico, a pesquisa bibliográfica consiste no levantamento, seleção, fichamento e arquivamento de informações relevantes à pesquisa, e serve primordialmente para dar base teórica ao trabalho. A pesquisa bibliográfica tem dentre seus objetivos, realizar um histórico sobre o tema em questão, atualizar-se acerca o assunto, encontrar as possíveis respostas para o problema formulado, levantar as contradições encontradas sobre o tema, evitar a repetição de trabalhos que já foram elaborados, entre outros (MARCONI, LAKATOS, 2007).

A pesquisa bibliográfica baseou-se em três temas macro: sustentabilidade, desenvolvimento de produto e logística reversa e, dentro destes, ainda foram abordados outros temas como distintos modelos de referência de desenvolvimento de produtos e análise de ciclo de vida e suas etapas.

Na revisão bibliográfica sobre desenvolvimento de produto, no entanto, foi apresentado um mapa com os modelos mais comumente utilizados e suas respectivas fases, onde apenas um servirá como base para a proposta de melhorias no modelo de desenvolvimento de produto utilizado pela empresa.

Para esta etapa fez-se uso de materiais como, publicações, artigos científicos, trabalhos acadêmicos, teses, monografias, dissertações e pesquisa na internet.

3.5.2 Segunda Etapa: Levantamento e Análise de Dados

Nesta etapa, foi realizado o levantamento e a análise dos dados por meio da triangulação dos dados.

3.5.2.1 Escolha da Empresa para Estudo

A empresa selecionada para ser utilizada na pesquisa foi uma indústria moveleira que fabrica principalmente móveis para hotéis, restaurantes e eventos e está situada na região metropolitana da grande Curitiba. A escolha deste ramo de atuação, bem como da empresa selecionada, deu-se pela facilidade de contatá-la e de acesso dos dados necessários para a realização da pesquisa.

A caracterização efetiva da empresa foi detalhada no decorrer do desenvolvimento da pesquisa.

3.5.2.2 Escolha dos Produtos

A escolha dos produtos para análise deu-se através da indicação da empresa dos produtos que possuíam maior demanda e, conseqüentemente maior produção dentro da empresa.

Os produtos foram denominados de Cadeira A, Cadeira B e Cadeira C.

3.5.2.3 Coleta de Dados: Fontes de Evidência

Para coletar os dados necessários para esta pesquisa, utilizou-se três fontes de evidência: observação direta, coleta de documentos e entrevistas com os envolvidos no processo produtivo das cadeiras. Segundo Duarte (2009) a obtenção de dados através de diferentes fontes de evidência acrescenta de forma positiva na validade dos resultados.

A primeira forma de coleta de dados utilizadas nesta pesquisa foi a observação direta, que utiliza os sentidos para a obtenção de informações da realidade colocando, portanto, o investigador em contato direto com a realidade das empresas (MARCONI, LAKATOS, 2007).

Acerca das vantagens desta fonte de evidência, a observação é passível de meio diretos e satisfatórios de coleta de dados, permite coletar dados comportamentais, evidencia dados inexistentes em outros métodos (MARCONI, LAKATOS, 2007).

Na sequência, foram realizadas as entrevistas semi-estruturadas com os proprietários, com a equipe de desenvolvimento de produtos e demais agentes que sejam fundamentais dentro do contexto de fabricação do produto. Esta fonte de evidência caracteriza-se como o encontro entre duas pessoas, onde uma delas obtém informações relevantes sobre determinado assunto (MARCONI; LAKATOS, 2007).

Para a coleta de dados, a entrevista tem como vantagem a não necessidade do alto nível de escolaridade do entrevistado e, desta forma, representa melhor a população geral, maior flexibilidade e clareza de respostas, possibilitando ainda a avaliação da postura do entrevistado durante o questionamento, quanto à fonte de dados não encontrados em documentos e/ou informações mais precisas (MARCONI; LAKATOS, 2007).

Na entrevista com a empresa, foi priorizado o conhecimento detalhado do processo de desenvolvimento de produto e, também, as práticas relacionadas à atividades de logística reversa já existentes na empresa.

A entrevista foi realizada com o apoio de uma série de perguntas que serviram como roteiro e auxiliaram na coleta de dados. A lista de perguntas utilizadas durante as entrevistas pode ser vista no Apêndice A

A partir dos dados coletados foi possível realizar o mapeamento dos processos de fabricação das cadeiras e o resultado foi compilado em um fluxograma.

3.5.2.4 Mapeamento dos Processos de Fabricação

Dado o fato de que os produtos possuíam processos muito semelhantes, nesta etapa, foi construído um panorama geral do processo de fabricação das três cadeiras, apenas com alterações locais nas atividades distintas entre elas.

Mapear informações relativas ao processo possibilita maior identificação de dados pertinentes à análise do ciclo de vida. Além disso, permite, também, maior

facilidade na inclusão das iniciativas de logística reversa necessárias para a redução do impacto ambiental.

3.5.3 Análise dos Dados Coletados

Os resultados advindos da coleta de dados foram analisados de forma individual e em conjunto, com a possibilidade de comparação entre os resultados obtidos de cada um dos produtos da empresa.

Yin (2001) declara que, quando os resultados da pesquisa assumem o formato qualitativo, a análise destes dados dependerá do perfil do pesquisador, da aptidão das evidências e da possibilidade de múltiplas interpretações na análise.

Quando se utiliza diversas fontes de evidência para a coleta de dados, Yin (2001) sugere que seja feita a triangulação metodológica intermétodo dos dados. A triangulação dos dados permite que os dados analisados sejam validados internamente.

A triangulação metodológica pode ser conceituada como o confronto entre os métodos de coleta de dados, com o propósito de convergir os resultados em direção a uma mesma conclusão, para a maximização da validade destes dados (YIN, 2001; DUARTE, 2009).

A lógica utilizada para a validação dos dados foi a seguinte: para cada tópico de importância relativo à logística reversa, neste caso materiais, processos, resíduos e energia, considerou-se como uma categoria e, portanto, para cada categoria, observam-se quais foram as informações coletadas em cada fonte de evidência. O Quadro 4 apresenta o resultado da triangulação de dados realizada.

QUADRO 4 - TRIANGULAÇÃO DOS DADOS

	Observação	Entrevista	Check list
Materiais	Madeira certificada; materiais secundários menos poluentes	Madeira certificada; substituição de materiais como tinta, madeira assento/espaldar	Estudo da procedência dos materiais, fornecedores, cálculo de necessidade de materiais

continua

			conclusão
Processos	Maioria dos processos são automatizados; Alguns ainda são manuais	Alguns processos foram automatizados recentemente	Etapas e tempos de processos, fluxograma de processo
Resíduos	O cepilho, corino e MDF não possuem destino final	O cepilho, corino e MDF, que são os resíduos mais visíveis não possuem destino final	Reutilização dos produtos
Energia	A energia não é foco dos dados da empresa	Dados com a quantidade de energia gasta para a fabricação das cadeiras	Informações desta natureza não foram abordadas nesta fonte de evidência.

FONTE: A AUTORA (2013)

3.5.4 Terceira Etapa: ACV

Para esta etapa foi primordial a coleta de todos os dados referentes aos produtos selecionados, para a realização do ACV.

A seleção dos três produtos para realizar a ACV baseou-se na indicação da empresa, dando preferência para o produto que possui maior demanda.

O intervalo da realização da ACV compreende-se do portão ao portão, ou seja, não se utilizam dados referentes ao ciclo de vida das matérias-primas, ou então dados relativos aos produtos a partir do momento que este deixa a empresa para consumo.

Outra observação importante para esta etapa, é que foram realizadas ACV em dois momentos diferentes para cada um dos produtos selecionados, a primeira em 2010, e a segunda em 2012.

A partir destes cenários, foi proposto um terceiro momento, válido para as três cadeiras com iniciativas de reprojeto de produto, no âmbito teórico e prático, visando a aproximação deste processo aos objetivos da logística reversa e, portanto, a redução da quantidade de impactos ambientais emitidos durante o ciclo de vida do produto.

Ressalta-se que as iniciativas serão propostas de forma a abranger o processo de fabricação no contexto geral, excluindo as particularidades de cada produto.

A análise do ciclo de vida dos produtos foi feita através do *software* SimaPRO®, desenvolvido pela empresa Pré Consultant B. V. Dentre suas utilidades,

pode-se destacar a geração e armazenamento de dados, execução de cálculos e verificação e credibilidade (CARVALHO, 2008).

A escolha do *software* SimaPRO® como ferramenta metodológica nesta pesquisa foi condizente com a expectativa quanto aos resultados gerados. Além disso, a disponibilidade da licença do *software* permitiu à autora desta pesquisa acesso via Universidade Federal do Paraná - UFPR.

Posterior à análise do ciclo de vida dos produtos, foi possível fazer uma análise individual dos impactos que o produto gerava, além de identificar em quais fases do ciclo de vida estes impactos estão concentrados em maior quantidade.

As análises foram realizadas em três níveis: gráfico de rede, contribuição do inventário e contribuição dos processos. Estas duas últimas foram elaboradas baseando-se no conceito da curva ABC, que é uma ferramenta gerencial para identificar quais são os item que mais impactam no resultado final.

Segundo Dias (1995), o resultado da curva ABC pode ser dividido em três grupos, onde uma pequena quantidade de itens é responsável pela maior demanda ou consumo. Neste caso, tem-se:

- a) Grupo A (80%): itens com maior importância;
- b) Grupo B (15%): itens intermediários e;
- c) Grupo C (5%): com menor importância.

Com esta análise foi possível, além da identificação dos problemas, propor melhorias nos pontos onde os impactos foram mais evidentes.

3.5.5 Quarta Etapa: Iniciativas para o Processo de Desenvolvimento de Produto

A partir dos resultados gerados das análises de ciclo de vida dos dois produtos nos dois momentos, tendo em vista as atividades e objetivos da logística reversa, foi possível desenvolver iniciativas voltadas tanto para a parte prática como para a parte teórica do PDP, que quando utilizadas poderão auxiliar de forma positiva na redução de impactos ambientais.

Primeiramente foi necessário buscar uma direção para dar base às alternativas propostas. Deste modo, estratégias utilizadas pelo Modelo de Bittencourt

(2001) serviu como ponto de partida para as iniciativas no cenário produtivo da empresa estudada.

Considerou-se como iniciativas práticas aquelas voltadas principalmente às quantidades, tipos de materiais e tempos de processos.

As iniciativas focaram na redução de resíduos, na redução dos tempos de processo, nas alternativas de execução de atividades e na substituição/eliminação de alguns materiais secundários.

Para a redução do resíduo, inicialmente, fez-se uma proposta de alterações nas dimensões dos componentes.

Após isso, para o problema de corte, que é caracterizado como a necessidade de cortar uma peça maior em peças menores, foi utilizado um algoritmo em linguagem ruby que tinha como objetivo gerar padrões de corte que tivessem menor quantidade de resíduo. A demanda de cada uma das peças para a fabricação do lote, também foi respeitada nesta fase de forma a garantir a confiabilidade dos dados.

Os padrões resultantes foram utilizados na formatação do plano de corte que configurou a proposta do cenário para 2013.

As propostas foram organizadas seguindo o conceito 5W2H que é considerado como um *check list* que visa a clareza no processo de realização de atividades.

O nome da ferramenta está baseado em sete perguntas que devem ser utilizadas como diretrizes (*what, why, where, when, Who, how, how much*).

3.5.6 Quinta Etapa: Conclusões e Recomendações

Nesta fase, foram relatadas conclusões da pesquisa visando identificar se os objetivos foram atingidos e se o problema de pesquisa foi respondido.

Foram apontadas sugestões para implantação de atividades que possam satisfazer a redução de impacto ambiental, na empresa estudo de caso, de acordo com as diretrizes que foram desenvolvidas. Além disso, foram sugeridos assuntos para serem trabalhados futuramente dentro da academia e do setor industrial em que a pesquisa está inserida.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA EM ESTUDO

A Movelaria Estudo de Caso, situada na cidade de Almirante Tamandaré, região metropolitana de Curitiba, é uma empresa considerada de pequeno porte, hoje com cerca de 15 funcionários, grande parte atuando na área de produção.

A empresa atua no mercado de móveis desde o ano de 1991. Inicialmente seu foco era a produção de móveis sob-medida destinada ao ramo residencial e corporativo. Hoje em dia a empresa foca principalmente na fabricação de móveis para hotéis, restaurantes e eventos, atendendo todas as regiões.

Seus produtos, que serão objetos de estudo, são desenvolvidos sempre com um foco inovador, a exemplo da parceria com aluno de doutorado para participar do projeto Design Seguro, que tem por objetivo desenvolver produtos com design contra o crime. A partir da participação da empresa neste projeto, conquistou-se então, a primeira patente de um de seus produtos.

A empresa busca sempre trabalhar em parceria com a Universidade, estando sempre à disposição de fornecer dados às pesquisas de interesse mútuo. Recentemente em 2011, a empresa ganhou como Empresa destaque no IV Prêmio Ozires Silva de empreendedorismo sustentável, ISAE/FGV e RPC.

O fato de seu proprietário fazer parte do Sindicato das Indústrias Moveleiras, faz com que, mesmo que pequena, a empresa possua grande afinidade com a inovação e, a preocupação ambiental de seus produtos, características estas presentes geralmente em empresas de grande porte.

Recentemente, a empresa assinou, juntamente ao sindicato, um documento referente a elaboração de um projeto de logística reversa que deve acontecer de fato em meados 2014.

Este projeto, também, mostra a preocupação por parte da empresa em destinar corretamente tanto seus produtos no fim de vida útil, como os resíduos gerados durante todo o processo de desenvolvimento de produtos.

A partir da ocorrência deste projeto, é de interesse da empresa, a inserção das iniciativas para o processo de fabricação do produto, uma vez que as etapas anteriores do PDP estão consolidadas.

4.1.1 Produtos e Processos

A empresa hoje trabalha principalmente com a fabricação de mesas e cadeiras destinadas aos hotéis, restaurantes e eventos. Fabrica ainda, mesmo que em segundo plano, móveis planejados de todos os tipos.

Os produtos selecionados para estudo são cadeiras em situação ativa de produção. Além disso, estas cadeiras são os produtos que possuem maiores demanda para a empresa em questão.

O primeiro produto é o carro chefe da empresa e é chamado de Cadeira A, onde o espaldar é móvel, podendo ser trocado quando necessário, sem precisar o descarte total do produto. Este produto é muito bem aceito por parte dos restaurantes, pois pode ser personalizado de acordo com o ambiente.

Na Figura 9, possibilita-se a visualização da Cadeira A após pronta, com o detalhe do espaldar que possui a opção de ser removido e alterado.



FIGURA 9 - CADEIRA A
FONTE: MOVELARIA ESTUDO DE CASO (2013)

O segundo produto é a Cadeira B, criada em parceria com o projeto Design Seguro, que tem como objetivo desenvolver produtos que reduzam o índice da criminalidade. Esta cadeira possui em seu espaldar um recorte em formato de “gota” para que seja possível o encaixe de bolsas, muitas vezes deixadas nas costas das cadeiras. Este recorte permite que seja dificultada a remoção da bolsa por parte de ladrões, desestimulando a tentativa de assalto.

Além disso, com o uso desta cadeira, evita-se o uso de cadeiras que poderiam servir de lugares para outras pessoas, para colocar bolsas, como mostra a Figura 10.



FIGURA 10 - CADEIRA B
FONTE: MOVELARIA ESTUDO DE CASO(2013)

Por fim a Cadeira C que, é considerada o produto mais simples da empresa, e foi criado com a intenção de utilizar, sem sobras, a chapa de madeira utilizada para a fabricação seu assento.

A Figura 11, mostra uma imagem ilustrativa que representa a Cadeira C.



FIGURA 11 - CADEIRA C
FONTE: MOVELARIA ESTUDO DE CASO (2013)

É possível identificar algumas iniciativas praticadas dentro da empresa com vistas ao desenvolvimento sustentável, nas fases de pré-produção, fabricação, distribuição, uso e, por fim, reciclagem.

Grande parte das matérias-primas utilizadas em seus processos é escolhida, de forma a garantir a redução do impacto ambiental. Diante disso, 100% da madeira maciça utilizada são provenientes de florestas cultivadas, portanto, possui certificação ambiental. Na fabricação dos assentos das cadeiras, 70% da espuma são reutilizadas, e 15% do resíduo gerado durante o processo produtivo é reaproveitado como matéria-prima. Além disso, a estrutura da cadeira não utiliza PVC (cloreto de polivinila) em sua composição.

No processo de fabricação a empresa busca trabalhar para que o conceito de desenvolvimento sustentável esteja cada vez mais presente em seus produtos e processos. Principalmente, com o uso de materiais renováveis, o gerenciamento de resíduos sólidos e adaptação ecológica das tecnologias.

Na distribuição de seus produtos, a movelaria além de utilizar embalagens recicláveis, também desenvolveu um sistema de embalagem que comporta quatro cadeiras empilhadas. Este sistema, além de reduzir a quantidade de papelão

necessário para a embalagem, também é responsável por um melhor aproveitamento do espaço disponível em um caminhão, o que resulta em uma menor emissão de gases durante o transporte por cadeia.

Até mesmo na fase de utilização dos seus produtos, a empresa possui uma estratégia voltada à extensão do ciclo de vida. Em um de seus produtos, a empresa desenvolveu a possibilidade de realizar a troca apenas dos espaldares, fato este que prolonga o ciclo de vida da cadeira e, evita descartes prematuros por parte dos consumidores. Além disso, a empresa tem a preocupação de enviar aos seus clientes, juntamente com o produto adquirido, um manual onde além de instruções relativas ao produto, dicas de alternativas de redução e reciclagem do lixo.

A matéria-prima e os processos utilizados para estes produtos são em grande parte iguais.

É possível observar a iniciativa por parte da empresa em desenvolver produtos com algum tipo de inovação, seja ela de caráter ambiental ou de segurança.

Após a coleta de dados referentes ao processo de fabricação de cada uma das cadeiras, é possível a construção de um fluxograma de processo indicando todas as etapas de produção, que pode ser observado na Figura 12.

Contudo, o mapeamento destes processos deu-se de forma generalizada, por conta das diferenças entre os produtos serem muito pequenas neste quesito.



FIGURA 12 - PROCESSO DE FABRICAÇÃO DA ESTRUTURA DAS CADEIRAS
FONTE: A AUTORA (2013)

A partir de todos os dados obtidos, identificou-se quais os tópicos de logística reversa presentes no cotidiano da empresa e a partir destes tópicos, uma análise para identificar qual a informação correspondente em cada uma das fontes de evidência.

Os tópicos que podem ser, direta ou indiretamente, ligados à logística reversa, mais comumente inseridos na realidade da empresa, em paralelo com a área de atuação da pesquisa, dizem respeito a matérias-primas, processos, resíduos e energia.

Na observação dos dados, foi possível analisar que as etapas de entrevista e observação estão melhores adaptadas a realidade da pesquisa, considerando que, dados coletados através de documentos provenientes de outras pesquisas possuíam outro foco na sua realização.

4.2 ANÁLISE DO CICLO DE VIDA

A realização da análise do ciclo de vida está relacionada, principalmente, com aproximação do produto ou processo com os objetivos da sustentabilidade ambiental. Portanto, ela permite que se identifiquem os passíveis gerados ao longo do ciclo de um produto, com o propósito de reduzi-los ou eliminá-los.

Para o estudo de caso, utilizou-se como base, dados referentes a três cadeiras consideradas como os produtos mais populares de uma indústria moveleira. Referente a cada cadeira, coletou-se dados para os dois momentos estabelecidos, 2010 e 2012.

Os dados relevantes para a ACV são relacionados principalmente com as quantidades de matérias-primas e materiais secundários utilizados durante o processo de fabricação de cada uma das cadeiras, considerando que, neste caso, o material de maior valor significativo é a madeira maciça.

Todos os materiais e suas respectivas quantidades podem ser analisados em detalhe no APÊNDICE B, referente a cada uma das cadeiras, inclusive os correspondentes utilizados na base de dados do SimaPRO®.

Inicialmente, fez-se necessário o estabelecimento da árvore do produto, com vistas à quantidade de todos os materiais, tempos de todos os processos e esquema

de fabricação de todos os componentes. A árvore genérica das cadeiras pode ser vista na Figura 13.

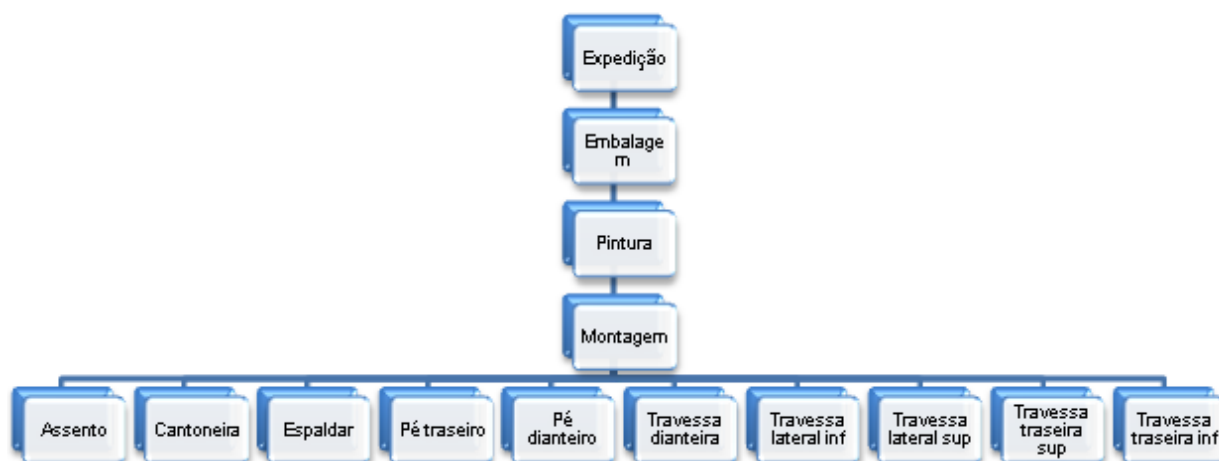


FIGURA 13 - ÁRVORE DO PRODUTO
FONTE: A AUTORA (2013)

Com todos os dados coletados foi possível detalhar cada uma das etapas necessárias para a inserção dos dados no *software*.

Primeiramente, todos os componentes que compõem a fabricação da cadeira foram cadastrados onde, posteriormente, dentro de cada um dos componentes foram inseridos os materiais e processos (Figura 14). Este procedimento foi realizado de forma igual para todos os componentes das cadeiras.

Para a fabricação de componentes que possuíam resíduo, o lançamento da quantidade de material incluía esta quantidade. Por exemplo, ficam incorporados em 40 pés traseiros, 29kg de madeira maciça. Porém como o processo gera muito resíduo, a quantidade de madeira necessária para a fabricação destes componentes é de 67kg.

Os cálculos utilizados para estabelecer a quantidade de madeira maciça utilizada foram realizados de duas formas, uma para 2010 e outra o ano de 2012. Esta regra aplicou-se para as três cadeiras.

A madeira maciça utilizada pela empresa, possuía três dimensões distintas e, portanto, nem todas as peças podiam ser fabricadas em qualquer madeira. A medida

de comprimento foi determinada como sendo de três metros, independente das outras dimensões.

No ano de 2010, a madeira maciça foi calculada da seguinte forma: cada componente necessário para compor o lote de 20 cadeiras era produzido individualmente em seu pedaço de madeira. Ou seja, não eram produzidos tipos diferentes de componentes nos mesmos três metros de madeira.

Para os tempos de processos, utilizaram-se dados da empresa para todas as cadeiras referentes apenas ao ano de 2012. Para o ano de 2010, fez-se uso de um levantamento realizado por outro aluno, onde ele apresentava os tempos de processos da Cadeira A. Tendo dos dados de 2010 e 2012 para a cadeira Cadeira A, determinou-se a porcentagem de aumento/redução no tempo dos processos e aplicou-se esse percentual nas demais cadeiras, que possuem atividades iguais.

Todos os materiais lançados no *software* possuem a unidade quilograma (kg), e os processos estão todos em horas (hs) (Figura 14).

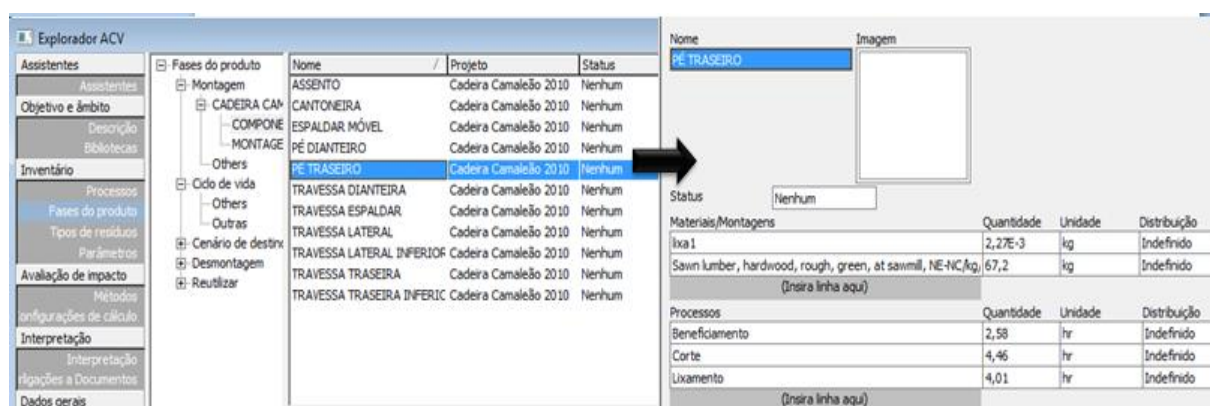


FIGURA 14 - EXEMPLO DE CADASTRO DOS COMPONENTES
FONTE: A AUTORA (2013)

Com todos os componentes devidamente lançados, o próximo passo foi a montagem que, neste caso, possuía três atividades principais: montagem, embalagem e pintura, sendo que, dentro de cada uma dessas atividades foram colocados os materiais e processos necessários para sua realização.

Na Figura 15 é possível analisar o exemplo da atividade montagem onde, todos os componentes foram cadastrados incluindo materiais secundários e alguns processos.

Nome	Projeto	Status
CADEIRA EMBALADA	Cadeira Camaleão 2010	Nenhum
CADEIRA MONTADA	Cadeira Camaleão 2010	Nenhum
CADEIRA PINTADA	Cadeira Camaleão 2010	Nenhum

Nome	Quantidade	Unidade	Distribuição
ASSENTO	1	p	Indefinido
CANTONEIRA	1	p	Indefinido
ESPALDAR MÓVEL	1	p	Indefinido
PÉ DIANTEIRO	1	p	Indefinido
PÉ TRASEIRO	1	p	Indefinido
TRAVESSA DIANTEIRA	1	p	Indefinido
TRAVESSA ESPALDAR	1	p	Indefinido
TRAVESSA LATERAL	1	p	Indefinido
TRAVESSA LATERAL INFERIOR	1	p	Indefinido
TRAVESSA TRASEIRA	1	p	Indefinido
TRAVESSA TRASEIRA INFERIOR	1	p	Indefinido
Dummy_Glue-adhesive(30-50% terpene, 30-50% polybutene	2,3	kg	Indefinido
matérias para montagem	0,5	kg	Indefinido

FIGURA 15 - EXEMPLO DO CADASTRO DAS ATIVIDADES PRINCIPAIS
FONTE: A AUTORA (2013)

Com as três principais atividades cadastradas, foi conveniente criar um item “cadeira pronta”, onde inseriu-se estas três atividades.

Na próxima etapa, foram cadastrados os dados referentes aos resíduos gerados no decorrer de todo o processo de fabricação das cadeiras.

Para cadastrar os resíduos seguindo a hierarquia do *software*: inventário, processos, cenário de resíduos; foi necessário cadastrar qual destino teria o resíduo depois de seu uso.

Neste caso, foi necessário cadastrar a matéria prima do resíduo (a madeira) e a quantidade de resíduo (cepilho). No caso do mesmo resíduo ter dois destinos diferentes é necessário que a soma seja igual a quantidade de entrada de madeira.

É possível ver em detalhes o cenário de cadastro dos diferentes tipos de resíduos na Figura 16.

Nome	Quantidade	Unidade	Categoria
Cepilho	86,034	kg	Incineration

Entradas conhecidas da esfera tecnológica (materiais/combustíveis)	Quantidade	Unidade
Sawn lumber, hardwood, rough, green, at sawmill, NE-NC/kg/RNA	86,034	kg

FIGURA 16 - EXEMPLO DO CADASTRO DOS RESÍDUOS DO PROCESSO
FONTE: A AUTORA (2013)

No ano de 2010, foi considerado que com três metros de madeira fabricava-se apenas o mesmo tipo de peça, pois era assim que ocorria no dia-a-dia da fábrica. Quando o comprimento da madeira impedia que outra peça daquela dimensão fosse fabricada, a quantidade que sobrava era considerada resíduo.

Deste modo, a quantidade de madeira resultante foi bem maior do que o volume real do lote, sendo considerada essa diferença como sendo o resíduo gerado. Um exemplo do método de cálculo pode ser visto na Figura 17.

P1	P1	P1	P1	P1	R	R	R	R	R
P1	P1	P1	P1	P1	R	R	R	R	R
P1	P1	P1	P1	P1	R	R	R	R	R
P1	P1	P1	R	R	R	R	R	R	R
P1= peça1					R= resíduo				

FIGURA 17 - ESQUEMA PARA CÁLCULO DE RESÍDUO PARA 2010
FONTE: A AUTORA (2013)

No ano de 2012, o cálculo da necessidade de madeira foi realizado com o auxílio da função “aleatórioentre” do Excel, proporcionando a possibilidade de produzir tipos diferentes de componentes numa mesma madeira, visto que, essas possibilidades foram todas analisadas dentro das restrições de medidas das madeiras e componentes. Esta foi a alternativa adotada para representar a aleatoriedade por parte da empresa na escolha dos componentes a serem fabricados em um pedaço de madeira.

Nesta forma de cálculo, quando comparado com o ano de 2010, os restos que sobravam de madeira poderiam ser reutilizados para fabricação de outros componentes.

O cálculo de resíduo para o ano de 2012, considerando que com um mesmo pedaço de madeira fabricavam-se mais de um tipo de peça, foi realizado mediante a uma escala percentual. O lote era composto de três tipos de madeira com dimensões diferentes. Portanto, cada tipo de madeira conseguia fabricar uma quantidade de peças que possuía uma porcentagem do total. Sendo assim, a quantidade de resíduo total para aquele tipo de madeira, era distribuindo de acordo com a representação

percentual de cada componente, ou seja realizou-se o rateio do resíduo entre as peças. O mesmo método foi aplicado aos outros dois tipos de madeira. A Figura 18 apresenta um exemplo genérico para facilitar o entendimento.

P1	P1	P1	P1	P1	P3	R	R	R	R
P1	P1	P2	P2	P3	R	R	R	R	R
P1	P1	P2	P3	P3	R	R	R	R	R
P1	P1	P2	P3	P3	R	R	R	R	R
Comp.		quant.		%		total			
P1	Peça1		11		52,3%		0,523*19		
P2	Peça2		4		19%		0,19*19		
P3	Peça3		6		28,5%		0,285*19		
R	Residuo		19		-				

FIGURA 18 - ESQUEMA PARA CÁLCULO DE RESÍDUO PARA 2012
FONTE: A AUTORA (2013)

Embora ocorresse o não aproveitamento total do comprimento de madeira, identificou-se que a principal fonte de resíduo eram os cepilhos retirados da largura e espessura da madeira.

Os demais materiais que eram passíveis de resíduo do processo produtivo, (chapas de MDF e bobinas de tecido) foram calculados de acordo com volume de entrada de material menos o volume de saída do produto final.

O mesmo procedimento deve ser realizado conforme os diferentes tipos de resíduo, sempre os cadastrando dentro do local onde este foi descartado.

Na Figura 19 tem-se um exemplo das porcentagens de todos os resíduos já cadastrados na etapa anterior e, a “cadeira pronta” que representa de onde originaram-se esses resíduos.

Nome	Projeto	Montagem	Status
Resíduos	Cadeira Camaleão 2010	cadeira pronta	Nenhum

Referente à montagem	Quantidade	Unidade
cadeira pronta	1	p

Cenários de resíduos	Porcentagem
Cepilho	91 %
Resíduo MDF	8,44 %
Resíduo corino	0,56 %

FIGURA 19 - EXEMPLO DE CADASTRO DE CENÁRIO DE DESTINO FINAL
FONTE: A AUTORA (2013)

Com todos esses dados lançados realizou-se então o cadastro do último item: cadeira pronta e os resíduos gerados.

Com a realização deste último cadastro, finalmente foi possível realizar a análise do ciclo de vida. O método utilizado para realizar a análise do impacto foi o Eco-Indicator 99 (E).

Após a inserção de todos os dados e calcula-se os impactos ambientais gerados pelas cadeiras durante o seu período de vida útil, foi possível a visualização dos resultados obtidos na análise do ciclo de vida das cadeiras, nos dois momentos distintos.

4.2.1 Resultado da Análise do Ciclo de Vida

De modo geral, as Cadeira A, Cadeira B e Cadeira C possuíam uma estrutura bastante semelhante e, portanto, a diferença entre os anos de 2010 e 2012 foram semelhantes para as três.

As principais diferenças entre os dois anos estava na quantidade de materiais. Alguns dos materiais foram substituídos por outros e os tempos de produção tornaram-se maiores.

Dentre as avaliações disponibilizadas pelo SimaPRO®, selecionaram-se para fazer parte da pesquisa as seguintes análises: rede, inventário e contribuição do processo.

A primeira análise refere-se ao gráfico de rede, cujo propósito é, através da interação entre os diferentes processos e materiais, demonstrar visualmente na árvore do produto a quantidade de impacto pertencente a cada um dos componentes e/ou processos. Apresentou-se um único gráfico de rede nesta sessão e os demais estão disponíveis no APÊNDICE C.

Na Figura 20, observa-se a interação entre os componentes, materiais, processos e resíduos, de acordo com a forma que estes foram cadastrados.

Percebe-se que mesmo com as diferenças de materiais e processos, o gráfico em rede não demonstra alteração significativa de um ano para outro em nenhum dos três casos.

Os componentes que possuem maior impacto são aqueles que necessitam de uma maior quantidade de madeira para sua fabricação e, conseqüentemente são os componentes com maior quantidade de resíduo de madeira.

Os processos necessários para a fabricação das cadeiras são todos semelhantes sob o ponto de vista da base de dados do *software*, o que diferencia é o tempo que cada um dos processos leva para ser completado.

A cadeira montada refletiu uma maior quantidade de impacto por conta da quantidade de materiais e processos.

A pintura está em segundo lugar por conta do processo de lixamento ser necessário por um período longo de tempo.

O processo de embalagem encontra-se com a menor quantidade de impacto por conta da quantidade de materiais serem reduzidas.

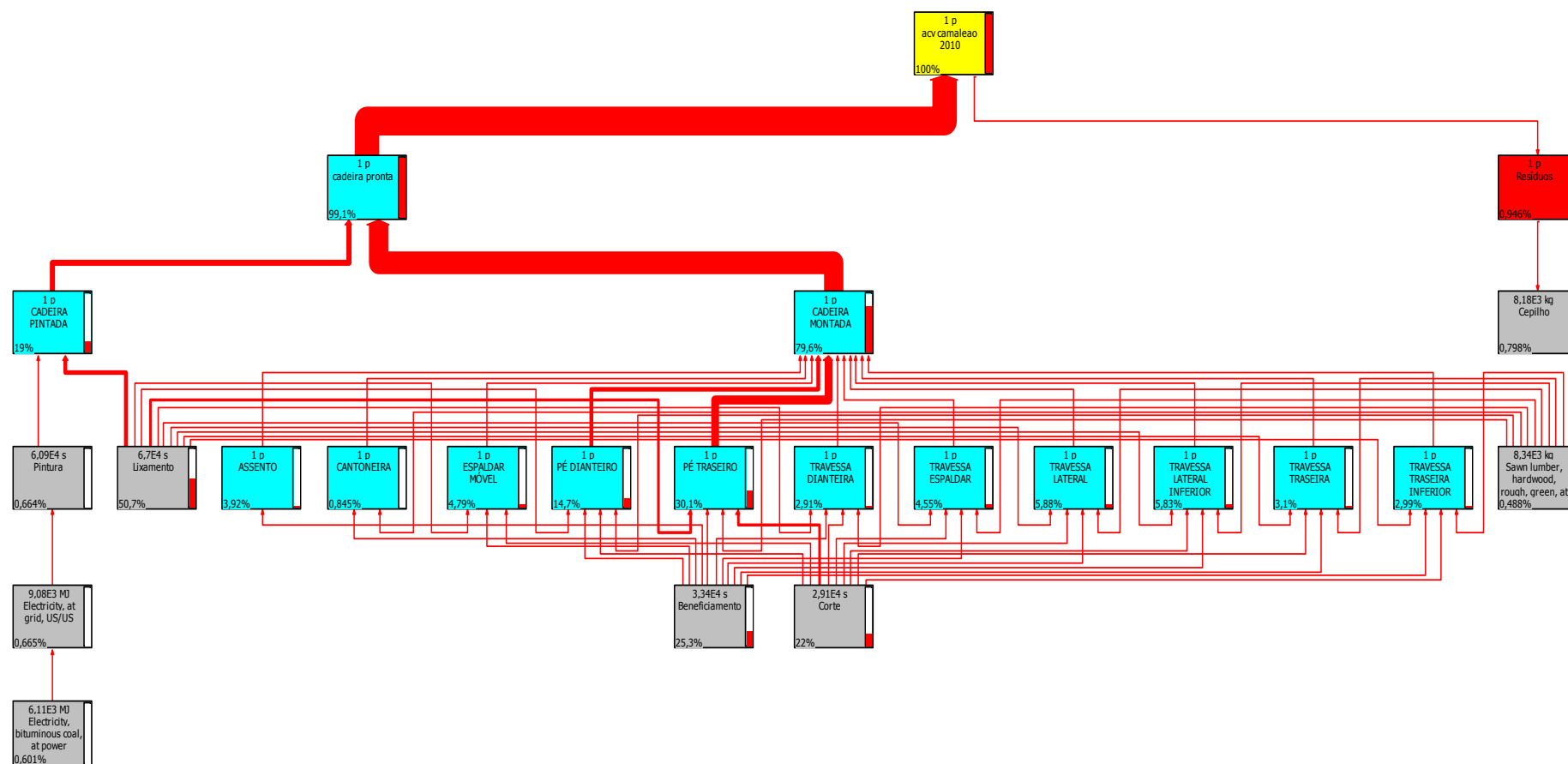


FIGURA 20 - ACV CADEIRA A 2010
 FONTE: A AUTORA (2013)

A partir do gráfico em rede, percebeu-se que o pé traseiro possuía uma maior intensidade de impacto e isso ocorria pela quantidade de madeira que era utilizada para a fabricação do lote, ressaltando que, esta quantidade era mais de duas vezes o volume total dos pés traseiros, considerando que a quantidade de madeira utilizada para fabricar possuía mais que o dobro da massa da madeira que ficava incorporado ao componente.

Na Tabela 1, pode-se analisar de forma sintetizada as principais diferenças obtidas entre os anos de 2010 e 2012.

TABELA 1 - SÍNTESE DOS RESULTADOS DA ACV DAS CADEIRAS A, B E C

	Resíduos (kg)			%	Processos (hs)			%
	2010	2012			2010	2012		
CADEIRA A	Madeira maciça	86,03	69,29	-19,5%	Lixamento	19,1	26,01	36,17%
	Corino	5,83E-09	5,83E-09	0,00%	Corte	8,11	9,97	22,93%
	MDF	12,7	13,12	3,30%	Pintura	16,9	8	-52,66%
					Beneficiamento	9,25	8,58	-7,24%
CADEIRA B	Resíduos	2010	2012	%	Processos	2010	2012	%
	Madeira maciça	62,02	48,7	-21,47%	Lixamento	33,01	36,8	11,48%
	Corino	5,84E-09	5,84E-09	0,00%	Corte	5,29	4,94	-6,61%
	MDF	12,7	12,08	-4,88%	Pintura	4,33	4,33	0,00%
CADEIRA C					Beneficiamento	13,25	11,36	-14,26%
	Resíduos	2010	2012	%	Processos	2010	2012	%
	Madeira maciça	70,81	54,78	-22,63%	Lixamento	26,92	30,06	11,66%
	Corino	1,40E-09	1,40E-09	0,00%	Corte	5,57	5,93	6,46%
	MDF	15,34	14,22	-7,30%	Pintura	13	4,3	-66,92%
					Beneficiamento	13,65	11,73	-14,06%

FONTE: A AUTORA (2013)

Os números percentuais que são representados de forma positiva demonstram um aumento tanto na quantidade de resíduo quanto em tempos de processo. Já os números percentuais que estão de forma negativa, estes apresentam a redução na quantidade de resíduo ou tempo de processo.

De forma geral, os resíduos foram reduzidos em quantidade, por conta do melhor planejamento de corte, principalmente, da madeira maciça.

Já, nos processos manteve-se o equilíbrio entre os tempos que aumentaram e os que diminuíram. Dentre os processos, aqueles que aumentaram o tempo de execução, são justificados devido ao fato de que alguns componentes passaram a ter mais processos na sua fabricação.

Por fim, o processo de beneficiamento, que é um processo com várias atividades como desdobro, desengrosso, aplainamento, marcação e pré-corte, foi reduzido nos três cenários, devido a automatização destes processos.

4.2.2 Inventário

A segunda análise diz respeito ao inventário, onde os itens apresentados são as substâncias presentes nos materiais, qual o compartimento que elas atingem e a quantidade total, por lote de cadeira pronto e, a diferença entre eles que gera o resíduo.

A partir dos dados que foram inseridos no *software*, teve-se como resultado para a cadeira A, a tabela 2, que indica a quantidade de impacto gerada pelo inventário do processo. Nesta tabela, o preenchimento em cinza mais escuro, representa ao equivalente à 80% do total de impacto e, o tom de cinza mais claro refere-se a um total de 15% dos impactos, já os 5% restantes são a maioria das substâncias. Porém, todas com valores menos significativos.

Os valores referentes aos 100% dos impactos não estão apresentados na Tabela 2, mas podem ser visto na íntegra no APÊNDICE D.

TABELA 2 - CONTRIBUIÇÃO DO INVENTÁRIO DA CADEIRA A

	CADEIRA A 2010			CADEIRA A 2012				
	Substância	Compa	Uni	Resíduos	Substância	Unidade	Resíduos	
80%	Noble gases, radioactive, unspecified	Ar	kBq	18851,02	Noble gases, radioactive, unspecified	Ar	kBq	18798,606
	Radioactive species, unspecified	Ar	kBq	4358,371	Radioactive species, unspecified	Ar	kBq	4008,613
	Xenon-135m	Ar	Bq	920,2297	Xenon-135m	Ar	kBq	917,439
	Radon-222	Ar	kBq	847,9843	Radon-222	Ar	kBq	845,611
	Hydrogen-3, Tritium	Água	kBq	840,3892	Hydrogen-3, Tritium	Água	kBq	838,052
	Krypton-85	Ar	Bq	734,9831	Krypton-85	Ar	kBq	732,966
	Water, turbine use, unspecified natural origin	Matéria prima	m3	726,843	Thorium-230	Água	kBq	690,017
	Thorium-230	Água	Bq	691,9539	Chromium	Água	g	639,101
	Gravel, in ground	Matéria prima	kg	446,0761	Gravel, in ground	MP	kg	444,717
	Fluorine	Água	µg	432,9232	Fluorine	Água	µg	398,181
	Benzoic acid	Água	mg	369,069	Cesium-137	Água	Bq	366,317
	Cesium-137	Água	Bq	367,3389	Docosane	Água	mg	358,071
	Sulfur oxides	Ar	g	335,5942	Benzoic acid	Água	mg	339,451
					Sulfur oxides	Ar	g	308,663
					Uranium alpha	Água	Bq	291,362
					Detergent, oil	Água	mg	289,722

Continua

Continuação

15%	Detergent, oil	Água	mg	315,0008	Thorium-228	Água	Bq	274,122
	Uranium alpha	Água	Bq	292,1795	Vinyl acetate	Ar	µg	261,845
	Thorium-228	Água	Bq	274,978	2-Chloroacetophenone	Ar	µg	241,173
	Naphthalenes, alkylated, unspecified	Água	µg	245,7644	Argon-41	Ar	Bq	233,501
	n-Hexacosane	Água	µg	242,882	Naphthalenes, alkylated, unspecified	Água	µg	226,042
	Argon-41	Ar	Bq	234,1436	n-Hexacosane	Água	µg	223,391
	Acetaldehyde	Água	mg	198,89	Ammonium chloride	Ar	g	211,453
	Xenon-138	Ar	Bq	184,8235	Acetaldehyde	Água	g	197,986
	Coal, 26.4 MJ per kg, in ground	Matéria prima	kg	177,0088	Phenanthrene	Ar	mg	191,319
	Ethyl acetate	Água	µg	138,0233	Xenon-138	Ar	Bq	184,254
	Radium-228	Água	Bq	137,4405	Isoprene	Ar	kg	182,355
	Biphenyl	Ar	µg	130,9704	Coal, 26.4 MJ per kg, in ground	MP	kg	162,804
	Calcium	Ar	g	129,7223	Ethyl acetate	Água	mg	137,395
	Cinnabar, in ground	Matéria prima	mg	128,2953	Radium-228	Água	Bq	137,013
	Xenon-131m	Ar	Bq	110,2944	Calcium	Ar	g	129,431
	Kerosene	Ar	mg	110,1064	Cinnabar, in ground	MP	mg	127,965
	Oil, crude, in ground	Matéria prima	kg	109,2228	Biphenyl	Ar	µg	120,460
	Phenanthrenes, alkylated, unspecified	Água	µg	101,904	Xenon-131m	Ar	Bq	109,963
	Bromine	Água	g	100,542	Oil, crude, in ground	MP	kg	102,580
	Radon-220	Ar	Bq	99,38297	Kerosene	Ar	mg	101,270
	Heat, waste	Ar	GJ	99,11802	Bromine	Água	g	100,320
	Tar	Água	ng	97,32149	Radon-220	Ar	Bq	99,111
	Nickel	Água	mg	92,68567	Heat, waste	Ar	GJ	98,651
	Phenanthrene	Água	µg	92,25987	Phenanthrenes, alkylated, unspecified	Água	µg	93,726
	Iodine-131	Ar	Bq	92,12557	Iodine-131	Ar	Bq	91,873
	Energy, potential (in hydropower reservoir), converted	Matéria prima	MJ	89,90547	Energy, potential (in hydropower reservoir), converted	MP	MJ	89,643
	Acrolein	Ar	mg	85,48789	Tar	Água	ng	89,511
	Calcite, in ground	Matéria prima	kg	82,64517	Nickel	Água	mg	85,248
	Lithium, ion	Água	g	79,08376	Phenanthrene	Água	µg	84,856
	Sodium	Ar	g	78,92496	Calcite, in ground	MP	kg	82,375
	Bromide	Água	g	77,95064	Sodium	Ar	g	78,748
	Hexanoic acid	Água	mg	76,43063	Acrolein	Ar	mg	78,633
	Krypton-85m	Ar	Bq	74,27533	Krypton-85m	Ar	Bq	74,047
	Chloride	Água	kg	73,75107	Lithium, ion	Água	g	72,738
	Tin	Água	mg	73,38065	Chloride	Água	kg	72,547
	Fluorene	Ar	µg	70,10579	Bromide	Água	g	71,695
	Dibenzofuran	Água	µg	69,17832	Hexanoic acid	Água	mg	70,297
	Radium-224	Água	Bq	68,71409	Radium-224	Água	Bq	68,500
	Dioxin, 2,3,7,8 Tetrachlorodibenzo-p-	Ar	µg	68,10045	Dioxin, 2,3,7,8 Tetrachlorodibenzo-p-	Ar	µg	67,785
	Radium-228/kg	Água	pg	67,27272	Tin	Água	mg	67,492
	Ammonia, as N	Água	µg	63,81077	Fluorene	Ar	µg	64,480
	Iron	Água	g	60,02227	Dibenzofuran	Água	µg	63,627
	Dibenzothiophene	Água	µg	59,0462	Radium-228/kg	Água	pg	61,874
	Gas, natural, in ground	Matéria prima	m3	55,92975	Ammonia, as N	Água	µg	58,690
	Chlorate	Água	g	55,82523	Chlorate	Água	g	55,683
	Potassium	Ar	g	55,02138	Iron	Água	g	55,206
	Fluoranthene	Ar	µg	54,69942	Potassium	Ar	g	54,896
	Phenols, unspecified	Água	mg	51,00122	Dibenzothiophene	Água	µg	54,308
	Sodium chloride, in ground	Matéria prima	kg	47,98728	Gas, natural, in ground	MP	m3	53,948
	Ethane, 1,2-dibromo-	Ar	ng	44,95135	Fluoranthene	Ar	µg	50,310
	Antimony	Água	g	43,31796	Sodium chloride, in ground	MP	kg	47,865
	Fluorene, 1-methyl-	Água	µg	41,40591	Phenols, unspecified	Água	mg	46,908
	Fluoride	Água	g	40,21651				
	Dibenzothiophene	Água	µg	59,046				
	Propylene oxide	Água	g	58,941				

Continua

Conclusão

Potassium	Ar	g	55,361	
Fluoranthene	Ar	µg	54,699	
Heat, waste	Solo	MJ	53,294	
Propene	Água	g	51,807	
Ammonium, ion	Água	g	51,752	
Phenols, unspecified	Água	mg	51,001	
Polonium-210	Ar	Bq	50,956	
Ethanol	Água	mg	50,574	

FONTE: A AUTORA (2013)

Observando a Tabela 2 nota-se que ano de 2010 apenas 13 substâncias (são responsáveis por 80% de todo o impacto gerado no ciclo de vida desta cadeira. De certa forma, quando identificada a origem destas substâncias é provável que seja mais fácil a redução destes impactos. Já os 15% do total presente compreendem 63 substâncias diferentes e o total de 5% possui 737 substâncias.

No ano de 2012, os números são 17 substâncias equivalem a 80%, 52 correspondem a 15% e 736 ao total de 5%.

Na cadeira B ilustrada na Tabela 3, também apresentam-se na mesma configuração, as substâncias que representam 80% do total em cinza mais escuro, e o total de 15% das substâncias em cinza mais claro.

TABELA 3 - CONTRIBUIÇÃO DO INVENTÁRIO CADEIRA B

CADEIRA B 2010				CADEIRA B 2012			
Substância	Com p	Unidad e	Resíduos	Substância	Com p	Unidad e	Resíduos
Noble gases, radioactive, unspecified	Ar	kBq	18886,486	Noble gases, radioactive, unspecified	Ar	kBq	18833,151
Radioactive species, unspecified	Ar	kBq	3999,5922	Radioactive species, unspecified	Ar	kBq	3813,316
Xenon-135m	Ar	Bq	920,97148	Xenon-135m	Ar	Bq	918,27352
Radon-222	Ar	kBq	849,5121	Radon-222	Ar	kBq	847,10617
Hydrogen-3, Tritium	Água	kBq	841,96855	Hydrogen-3, Tritium	Água	kBq	839,59063
Fluorenes, alkylated, unspecified	Água	µg	797,622	Fluorenes, alkylated, unspecified	Água	µg	760,47371
Krypton-85	Ar	Bq	736,48041	Krypton-85	Ar	Bq	734,41128
Water, turbine use, unspecified natural origin	Matéria prima	m3	727,91346	Water, turbine use, unspecified natural origin	Matéria prima	m3	725,80318
Thorium-230	Água	Bq	693,20192	Thorium-230	Água	Bq	691,23893
Zinc	Água	mg	654,25951	Silver	Água	g	668,34762
Chromium	Água	mg	637,66322	Zinc	Água	mg	623,78815
Gravel, in ground	Matéria prima	kg	445,91479	Chromium	Água	mg	607,96482
Fluorine	Água	µg	397,2852	Gravel, in ground	Matéria prima	kg	444,56318
Cesium-137	Água	Bq	368,02812	Fluorine	Água	µg	378,78212

Continua

Continuação

Docosane	Água	µg	357,26566	Cesium-137	Água	Bq	366,98861
Benzoic acid	Água	mg	338,68746	Docosane	Água	µg	340,62644
Sulfur oxides	Ar	g	307,96828	Benzoic acid	Água	mg	322,9135
Uranium alpha	Água	Bq	292,70644	Sulfur oxides	Ar	g	293,62502
Detergent, oil	Água	mg	289,07014	Uranium alpha	Água	Bq	291,87756
Thorium-228	Água	Bq	275,03807	Detergent, oil	Água	mg	275,60705
Vinyl acetate	Ar	ng	261,2562	Thorium-228	Água	Bq	274,19536
2-Chloroacetophenone	Ar	ng	240,63071	Vinyl acetate	Ar	ng	249,08851
Argon-41	Ar	Bq	234,62231	Argon-41	Ar	Bq	233,96331
Naphthalenes, alkylated, unspecified	Água	µg	225,53327	2-Chloroacetophenone	Ar	ng	229,42362
n-Hexacosane	Água	µg	222,88814	Naphthalenes, alkylated, unspecified	Água	µg	215,02932
Ammonium chloride	Ar	mg	210,97668	n-Hexacosane	Água	µg	212,50739
Acetaldehyde	Água	mg	198,46252	Ammonium chloride	Ar	mg	201,15069
Phenanthrene	Ar	µg	190,88873	Acetaldehyde	Água	mg	197,65155
Xenon-138	Ar	Bq	184,93148	Xenon-138	Ar	Bq	184,38571
Isoprene	Ar	g	181,94442	Phenanthrene	Ar	µg	181,99831
Coal, 26.4 MJ per kg, in ground	Matéria prima	kg	162,43753	Isoprene	Ar	g	173,47057
Radium-228	Água	Bq	137,47047	Coal, 26.4 MJ per kg, in ground	Matéria prima	kg	154,8722
Calcium	Ar	g	129,76578	Radium-228	Água	Bq	137,04925
Cinnabar, in ground	Matéria prima	mg	128,60887	Calcium	Ar	g	129,4324
Biphenyl	Ar	µg	120,18896	Cinnabar, in ground	Matéria prima	mg	128,26438
Xenon-131m	Ar	Bq	110,39704	Biphenyl	Ar	µg	114,59131
Oil, crude, in ground	Matéria prima	kg	102,50032	Xenon-131m	Ar	Bq	110,07498
Kerosene	Ar	mg	101,0425	Bromine	Água	g	100,66224
Bromine	Água	g	100,91725	Radon-220	Ar	Bq	99,307803
Radon-220	Ar	Bq	99,5874	Oil, crude, in ground	Matéria prima	kg	98,923677
Heat, waste	Ar	GJ	98,959782	Heat, waste	Ar	GJ	98,536347
Phenanthrenes, alkylated, unspecified	Água	µg	93,515324	Kerosene	Ar	mg	96,336564
Iodine-131	Ar	Bq	92,315318	Iodine-131	Ar	Bq	92,056163
Energy, potential (in hydropower reservoir), converted	Matéria prima	MJ	90,036606	Energy, potential (in hydropower reservoir), converted	Matéria prima	MJ	89,775689
Tar	Água	ng	89,310045	Phenanthrenes, alkylated, unspecified	Água	µg	89,159959
Nickel	Água	mg	85,055846	Tar	Água	ng	85,150537
Phenanthrene	Água	µg	84,665097	Calcite, in ground	Matéria prima	kg	82,401875
Calcite, in ground	Matéria prima	kg	82,646052	Nickel	Água	mg	81,094472
Sodium	Ar	g	79,032258	Phenanthrene	Água	µg	80,721922
Acrolein	Ar	mg	78,456444	Sodium	Ar	g	78,829778
Krypton-85m	Ar	Bq	74,321449	Acrolein	Ar	mg	74,805535
Chloride	Água	kg	72,814978	Krypton-85m	Ar	Bq	74,102383
Lithium, ion	Água	g	72,574187	Chloride	Água	kg	72,091639
Bromide	Água	g	71,533804	Lithium, ion	Água	g	69,194421
Hexanoic acid	Água	mg	70,138907	Radium-224	Água	Bq	68,518458
Radium-224	Água	Bq	68,729049	Bromide	Água	g	68,20221
Tin	Água	mg	67,340001	Hexanoic acid	Água	mg	66,872271
Fluorene	Ar	µg	64,334727	Tin	Água	mg	64,203721
Dibenzofuran	Água	µg	63,483608	Fluorene	Ar	µg	61,338414
Radium-228/kg	Água	pg	61,734869	Dibenzofuran	Água	µg	60,526935
Ammonia, as N	Água	µg	58,557909	Radium-228/kg	Água	pg	58,859642
Chlorate	Água	g	55,963555	Ammonia, as N	Água	µg	55,830644

Continua

				Conclusão			
Iron	Água	g	55,081279	Chlorate	Água	g	55,81362
Potassium	Ar	g	55,037842	Potassium	Ar	g	54,894919
Dibenzothiophene	Água	µg	54,185555	Gas, natural, in ground	Matéria prima	m3	52,954752
Gas, natural, in ground	Matéria prima	m3	54,06075	Iron	Água	g	52,515934

FONTE: A AUTORA (2013)

Na cadeira B ano de 2010 correspondem à 80%, nove tipos de substâncias, para 15% tem-se 57 substâncias e para 5% o total de 756.

Para esta mesma cadeira no ano de 2012, manteve-se nove substâncias com 80%, porém as equivalentes a 15% agora são 58 e para 5% tem-se 755 substâncias.

Da mesma forma, apresenta-se na Tabela 4, os dados referentes à 80% e 15% das substâncias presentes na fabricação da cadeira C.

TABELA 4 - CONTRIBUIÇÃO DO INVENTÁRIO DA CADEIRA C

	CADEIRA C 2010				CADEIRA C 2012			
	Substância	Comp	Uni	Resíduos	Substância	Comp	Uni	Resíduos
80%	Noble gases, radioactive, unspecified	Ar	kBq	18570,759	Noble gases, radioactive, unspecified	Ar	kBq	18514,692
	Radioactive species, unspecified	Ar	kBq	3872,3916	Radioactive species, unspecified	Ar	kBq	3721,536
	Xenon-135m	Ar	Bq	906,52741	Xenon-135m	Ar	Bq	903,63476
	Radon-222	Ar	kBq	835,37559	Radon-222	Ar	kBq	832,84242
	Hydrogen-3, Tritium	Água	kBq	827,89513	Hydrogen-3, Tritium	Água	kBq	825,3953
	Krypton-85	Ar	Bq	724,05778	Fluorenes, alkylated, unspecified	Água	mg	742,17042
	Water, turbine use, unspecified natural origin	Matéria prima	m3	715,98337	Krypton-85	Ar	Bq	721,88892
	Thorium-230	Água	Bq	681,66528	Water, turbine use, unspecified natural origin	Matéria prima	m3	713,73455
	Chromium	Água	mg	617,38337	Thorium-230	Água	Bq	679,59863
	Gravel, in ground	Matéria prima	kg	439,57486	Silver	Água	g	652,26164
	Fluorine	Água	µg	384,65018	Zinc	Água	g	608,77465
	Cesium-137	Água	Bq	361,87764	Chromium	Água	mg	593,33215
	Docosane	Água	µg	345,9034	Gravel, in ground	Matéria prima	kg	438,09919
	Benzoic acid	Água	mg	327,91605	Fluorine	Água	µg	369,66549
	Sulfur oxides	Ar	g	298,17384	Cesium-137	Água	Bq	360,78478
15%	Uranium alpha	Água	Bq	287,83507	Docosane	Água	µg	332,42815
					Benzoic acid	Água	mg	315,14153
					Uranium alpha	Água	Bq	286,96243
	Detergent, oil	Água	mg	279,87673	Sulfur oxides	Ar	g	286,55797
	Thorium-228	Água	Bq	270,89304	Thorium-228	Água	Bq	269,96888
	Argon-41	Ar	Bq	230,66319	Detergent, oil	Água	mg	268,97366
	Naphthalenes, alkylated, unspecified	Água	µg	218,36054	Vinyl acetate	Ar	µg	243,09337
	n-Hexacosane	Água	µg	215,79954	Argon-41	Ar	Bq	229,97252
	Ammonium chloride	Ar	mg	204,2669	2-Chloroacetophenone	Ar	µg	223,90179

Continua

Conclusão

Acetaldehyde	Água	mg	195,6557	Naphthalenes, alkylated, unspecified	Água	µg	209,85394
Phenanthrene	Ar	µg	184,81782	n-Hexacosane	Água	µg	207,3927
Xenon-138	Ar	Bq	182,07066	Ammonium chloride	Ar	mg	196,30934
Isoprene	Ar	g	176,15797	Acetaldehyde	Água	mg	194,6668
Coal, 26.4 MJ per kg, in ground	Matéria prima	kg	157,27147	Xenon-138	Ar	Bq	181,48327
Ethyl acetate	Água	µg	135,77844	Phenanthrene	Ar	µg	177,61793
Radium-228	Água	Bq	135,39878	Isoprene	Ar	g	169,29544
Calcium	Ar	g	127,95556	Coal, 26.4 MJ per kg, in ground	Matéria prima	kg	151,14469
Cinnabar, in ground	Matéria prima	mg	126,40578	Ethyl acetate	Água	µg	135,09148
Biphenyl	Ar	µg	116,36655	Radium-228	Água	Bq	134,93684
Xenon-131m	Ar	Bq	108,65239	Calcium	Ar	g	127,62102
Oil, crude, in ground	Matéria prima	kg	99,703659	Cinnabar, in ground	Matéria prima	mg	126,05408
Bromine	Água	g	99,066491	Biphenyl	Ar	µg	111,83329
Radon-220	Ar	Bq	97,905694	Xenon-131m	Ar	Bq	108,30784
Kerosene	Ar	mg	97,829003	Bromine	Água	g	98,81159
Heat, waste	Ar	GJ	97,461675	Radon-220	Ar	Bq	97,612732
Iodine-131	Ar	Bq	90,756201	Heat, waste	Ar	GJ	96,938515
Phenanthrenes, alkylated, unspecified	Água	µg	90,541219	Oil, crude, in ground	Matéria prima	kg	96,782801
Energy, potential (in hydropower reservoir), converted	Matéria prima	MJ	88,562705	Kerosene	Ar	mg	94,017908
Tar	Água	ng	86,469683	Iodine-131	Ar	Bq	90,484674
Nickel	Água	mg	82,350781	Energy, potential (in hydropower reservoir), converted	Matéria prima	MJ	88,284681
Phenanthrene	Água	µg	81,97246	Phenanthrenes, alkylated, unspecified	Água	µg	87,014032
Calcite, in ground	Matéria prima	kg	81,408464	Tar	Água	ng	83,10111
Sodium	Ar	g	77,824092	Calcite, in ground	Matéria prima	kg	81,145349
Acrolein	Ar	mg	75,962473	Nickel	Água	mg	79,142667
Krypton-85m	Ar	Bq	73,169082	Phenanthrene	Água	µg	78,779084
Chloride	Água	kg	71,401682	Sodium	Ar	g	77,620868
Lithium, ion	Água	g	70,266185	Acrolein	Ar	mg	73,005741
Bromide	Água	g	69,258788	Krypton-85m	Ar	Bq	72,933454
Hexanoic acid	Água	mg	67,908252	Chloride	Água	kg	70,782162
Radium-224	Água	Bq	67,693303	Lithium, ion	Água	g	67,529081
Dioxin, 2,3,7,8 Tetrachlorodibenzo-p-	Ar	µg	66,985219	Radium-224	Água	Bq	67,462355
Tin	Água	mg	65,19836	Dioxin, 2,3,7,8 Tetrachlorodibenzo-p-	Ar	µg	66,643897
Fluorene	Ar	µg	62,288664	Bromide	Água	g	66,560701
Dibenzofuran	Água	µg	61,464613	Hexanoic acid	Água	mg	65,262771
Radium-228/kg	Água	pg	59,771491	Tin	Água	mg	62,658448
Ammonia, as N	Água	µg	56,695569	Fluorene	Ar	µg	59,862104
Chlorate	Água	g	55,004082	Dibenzofuran	Água	µg	59,070155
Potassium	Ar	g	54,269631	Radium-228/kg	Água	pg	57,442991
Iron	Água	g	53,329507	Chlorate	Água	g	54,850996
Gas, natural, in ground	Matéria prima	m3	52,818689	Ammonia, as N	Água	µg	54,486897
Dibenzothiophene	Água	µg	52,46227	Potassium	Ar	g	54,125306
Fluoranthene	Ar	µg	48,600173	Gas, natural, in ground	Matéria prima	m3	51,881837
Sodium chloride, in ground	Matéria prima	kg	47,281347	Iron	Água	g	51,251966
				Dibenzothiophene	Água	µg	50,418514

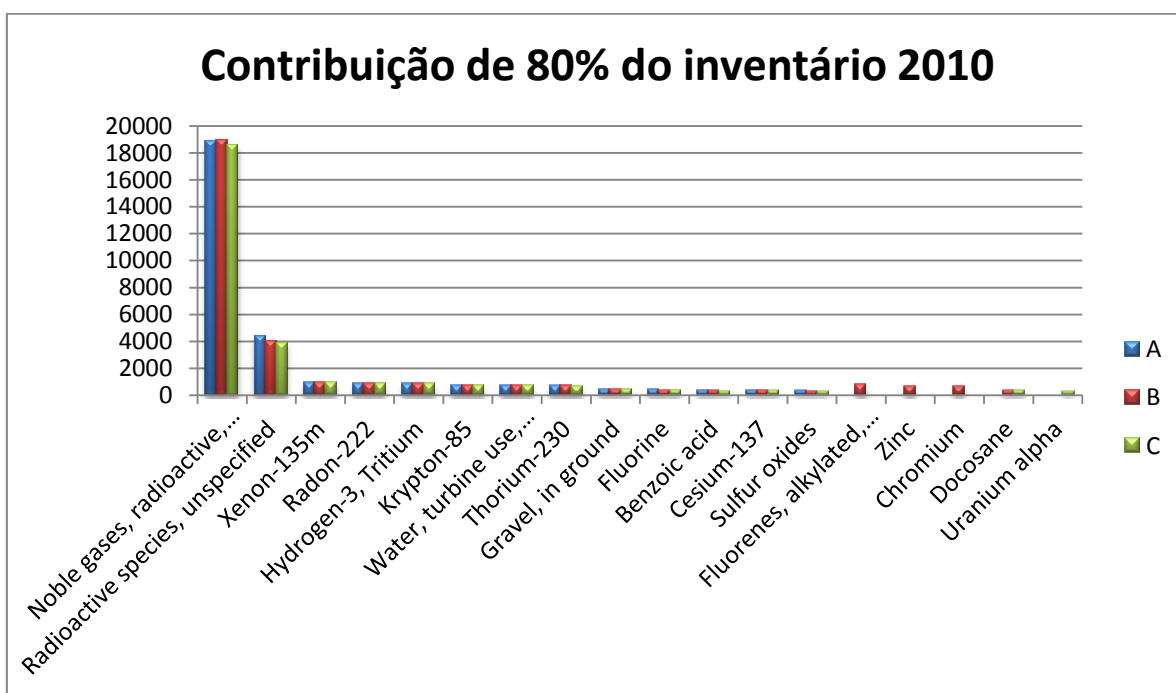
FONTE: A AUTORA (2013)

Em 2010 na cadeira C são sete as substâncias que correspondem a 80%, 59 representam 15% e 756, 5%.

Nesta cadeira para o ano de 2012, tem-se nove substâncias equivalendo a 80%, 60 representam 15% e 753 totaliza os 5%.

A redução na quantidade de itens dentro dos 80% do total de impactos de inventário significa que a partir da redução na quantidade de materiais, também houve uma redução na quantidade de impactos ambientais.

Segundo o conceito da curva ABC, os itens que estão inseridos no grupo A devem ser considerados como mais importantes. Neste caso, são os insumos que representam cerca de 80% do total, estes itens são representados para os anos de 2010 e 2012 na Figura 21.



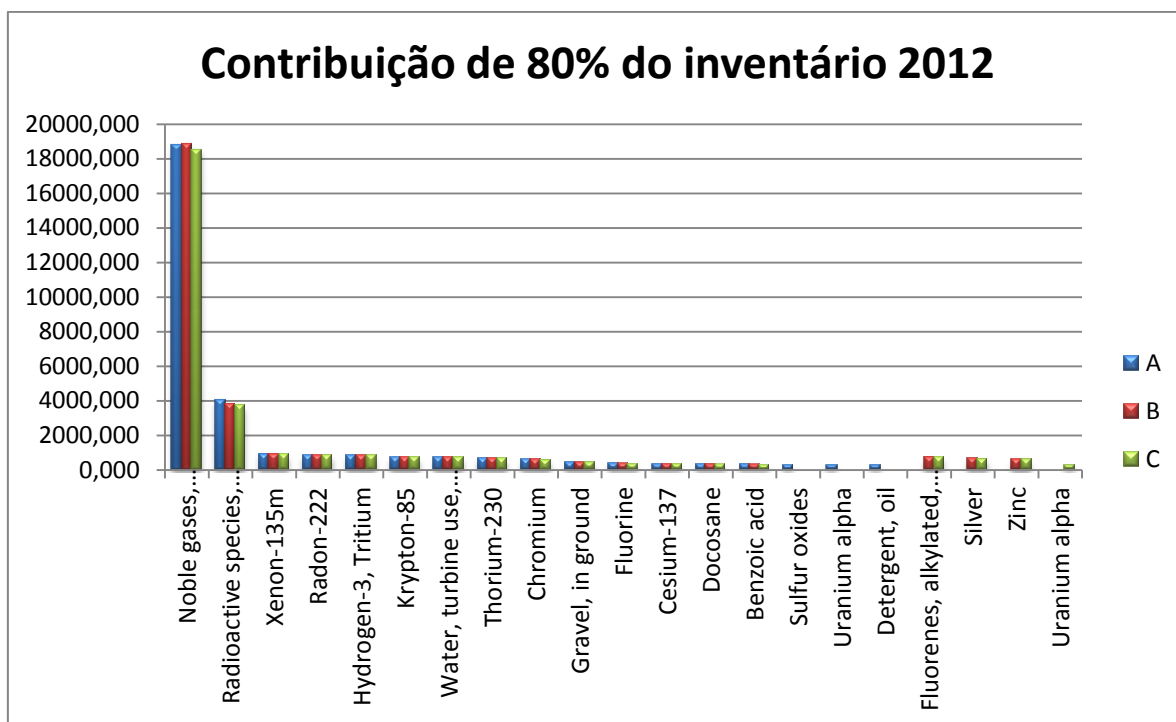


FIGURA 21 - DEMONSTRAÇÃO DOS 80% DA CONTRIBUIÇÃO DE INVENTÁRIO
 FONTE: A AUTORA (2013)

As substâncias tidas como fonte de impactos ambientais gerados nesta categoria foram principalmente os gases nobres e as espécies radioativas. Estas substâncias se fizeram presentes na fabricação dos materiais secundários como: tinta, papelão corrugado, caixa de papelão, corino, água e eletricidade. Além disso, os processos realizados dentro da empresa (corte, lixamento, beneficiamento) também tiveram grande influência na emissão dessas substâncias para o ar.

As demais substâncias com menor representatividade, porém, ainda dentro dos 80%, também originaram-se destes mesmo materiais.

Na análise de inventário verificou-se que, de forma geral, ou seja, a soma de todos os elementos, o ano de 2012 resultou em um impacto menor em relação ao ano de 2010, conforme a redução no volume de alguns desses materiais e tempos de processos. A barra em azul, que representa a cadeira A, apareceu apenas nos dois primeiros itens no ano de 2010 e, no ano de 2012, apareceram também nos demais itens. Esse acontecimento ocorreu por que no segundo cenário o impacto foi reduzido. Portanto outros itens com menor representatividade passaram a assumir uma posição dentro dos 80% do total.

Com isso é possível verificar que, em se tratando do assunto impacto ambiental, os impactos são representados de forma cíclica. Quando os itens que assumem o grupo A, os mais importantes, são eliminados ou reduzidos, os que faziam parte do grupo B passam a se tornar o novo A. Esta é uma forma de representar que a quantidade de impactos ambientais reduziu.

Desta forma, as melhorias devem sempre estar ocorrendo para que os impactos sejam sempre estudados e reduzidos.

4.2.3 Contribuição do Processo

Na contribuição dos processos são analisadas todas as atividades de transformações dos materiais inseridos no *software* e, também, o processo de transformação dos materiais que foram retirados da base de dados.

Na Tabela 5 verifica-se em ordem decrescente por tom de cinza, de acordo com os resíduos do ano de 2010, o equivalente a 80%, 15% e 5% dos resíduos que são gerados decorrentes dos processos de fabricação da Cadeira.

TABELA 5 - CONTRIBUIÇÃO DO PROCESSO DA CADEIRA A

CADEIRA CAMALEÃO 2010		CADEIRA A 2012	
Processo	Resíduos	Processo	Resíduos
80%	Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to municipal incineration/CH S	Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to municipal incineration/CH S	68,33498
	Sawn lumber, hardwood, rough, green, at sawmill, NE-NC/kg/RNA	Sawn lumber, hardwood, rough, green, at sawmill, NE-NC/kg/RNA	38,73762
	Bituminous coal, at mine/US	Bituminous coal, at mine/US	11,10115
	Crude oil, at production/RNA		
15%	Electricity, bituminous coal, at power plant/US	Crude oil, at production/RNA	9,883969
	Diesel, combusted in industrial equipment/US	Electricity, bituminous coal, at power plant/US	9,316858
	Transport, combination truck, diesel powered/US	Diesel, combusted in industrial equipment/US	8,005931
	Natural gas, at extraction site/US	Transport, combination truck, diesel powered/US	2,948762
5%	Natural gas, processed, at plant/US	Natural gas, at extraction site/US	2,400279
	Transport, ocean freighter, residual fuel oil powered/US	Natural gas, processed, at plant/US	0,72692
	Diesel, at refinery/I/US	Transport, ocean freighter, residual fuel oil powered/US	0,583328
	Lignite coal, at surface mine/US	Diesel, at refinery/I/US	0,457905
	Gasoline, combusted in equipment/US	Lignite coal, at surface mine/US	0,454234
	Electricity, lignite coal, at power plant/US	Gasoline, combusted in equipment/US	0,425559
	Disposal, wood untreated, 20% water, to municipal incineration/CH S	Polyester resin, unsaturated, at plant/RER S	0,412586
	Polyester resin, unsaturated, at plant/RER S	Electricity, lignite coal, at power plant/US	0,412129
	Electricity, natural gas, at power plant/US	Disposal, wood untreated, 20% water, to municipal incineration/CH S	0,383807

Disposal, polyurethane, 0.2% water, to municipal incineration/CH S	0,3771705	Disposal, polyurethane, 0.2% water, to municipal incineration/CH S	0,377171
Transport, train, diesel powered/US	0,3153908	Electricity, natural gas, at power plant/US	0,353119
Electricity, residual fuel oil, at power plant/US	0,2701859	Transport, train, diesel powered/US	0,290081
Diesel, combusted in industrial boiler/US	0,1773537	Electricity, residual fuel oil, at power plant/US	0,248504
Residual fuel oil, combusted in industrial boiler/US	0,1355834	Diesel, combusted in industrial boiler/US	0,163121
Natural gas, combusted in industrial boiler/US	0,0995905	Residual fuel oil, combusted in industrial boiler/US	0,124703
Disposal, paint, 0% water, to municipal incineration/CH S	0,091591	Natural gas, combusted in industrial boiler/US	0,091598
Fuel grade uranium, at regional storage/US	0,0891481	Fuel grade uranium, at regional storage/US	0,081994
Transport, ocean freighter, diesel powered/US	0,0619752	Transport, ocean freighter, diesel powered/US	0,057002
Residual fuel oil, at refinery/I/US	0,0603571	Residual fuel oil, at refinery/I/US	0,055513
Electricity, biomass, at power plant/US	0,0490251	Electricity, biomass, at power plant/US	0,045091
Transport, barge, residual fuel oil powered/US	0,027422	Transport, barge, residual fuel oil powered/US	0,025221
Electricity, diesel, at power plant/US U	0,0199785	Electricity, diesel, at power plant/US U	0,018375
Gasoline, at refinery/I/US	0,0183688	Gasoline, at refinery/I/US	0,016895
Disposal, packaging cardboard, 19.6% water, to municipal incineration/CH S	0,0088192	Disposal, packaging cardboard, 19.6% water, to municipal incineration/CH S	0,007393
Bituminous coal, combusted in industrial boiler/US	0,007118	Bituminous coal, combusted in industrial boiler/US	0,006547
Transport, barge, diesel powered/US	0,0070344	Transport, barge, diesel powered/US	0,00647
Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to sanitary landfill/CH S	0,0045124	Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to sanitary landfill/CH S	0,004502
Liquefied petroleum gas, combusted in industrial boiler/US	0,0017036	Liquefied petroleum gas, combusted in industrial boiler/US	0,001567
Lignite coal, combusted in industrial boiler/US	0,0003323	Lignite coal, combusted in industrial boiler/US	0,000306
Liquefied petroleum gas, at refinery/I/US	0,0002957	Liquefied petroleum gas, at refinery/I/US	0,000272
Disposal, wood untreated, 20% water, to sanitary landfill/CH S	3,24E-05	Disposal, wood untreated, 20% water, to sanitary landfill/CH S	2,90E-05
Natural gas, combusted in industrial equipment/RNA	1,43E-05	Natural gas, combusted in industrial equipment/RNA	1,31E-05
Disposal, polyurethane, 0.2% water, to sanitary landfill/CH S	2,96E-06	Disposal, polyurethane, 0.2% water, to sanitary landfill/CH S	2,96E-06
Disposal, packaging cardboard, 19.6% water, to sanitary landfill/CH S	1,91E-06	Disposal, packaging cardboard, 19.6% water, to sanitary landfill/CH S	1,60E-06
Disposal, paint, 0% water, to sanitary landfill/CH S	9,13E-07		

FONTE: A AUTORA (2013)

Percebe-se que são quatro os processos que representam 80% do total, quatro representam 155% e 35 processos fazem parte dos 5% dos resíduos para 2010.

Em 2012 os 80% dos processos equivalem a três itens, os 15% equivalem a quatro e os 5% são representados por 34 processos.

Na cadeira B (Tabela 6) também analisa-se o equivalente a 80%, 15% e 5% dos resíduos gerados pelos processos.

TABELA 6 - CONTRIBUIÇÃO DO PROCESSO DA CADEIRA B

	CADEIRA B 2010		CADEIRA B 2012	
	Processo	Resíduos	Processo	Resíduos
80%	Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to municipal incineration/CH S	68,5123	Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to municipal incineration/CH S	68,33792
	Sawn lumber, hardwood, rough, green, at sawmill, NE-NC/kg/RNA	38,6504	Sawn lumber, hardwood, rough, green, at sawmill, NE-NC/kg/RNA	36,85035
	Bituminous coal, at mine/US	11,0762	Bituminous coal, at mine/US	10,56031
	Crude oil, at production/RNA	9,86173	Crude oil, at production/RNA	9,402429
15%	Electricity, bituminous coal, at power plant/US	9,29589	Electricity, bituminous coal, at power plant/US	8,862947
	Diesel, combusted in industrial equipment/US	7,98792	Diesel, combusted in industrial equipment/US	7,615888
	Transport, combination truck, diesel powered/US	2,94213	Transport, combination truck, diesel powered/US	2,8051
	Natural gas, at extraction site/US	2,39488	Natural gas, at extraction site/US	2,283339
5%	Natural gas, processed, at plant/US	0,72528	Natural gas, processed, at plant/US	0,691505
	Disposal, polyurethane, 0.2% water, to municipal incineration/CH S	0,56511	Disposal, polyurethane, 0.2% water, to municipal incineration/CH S	0,565105
	Transport, ocean freighter, residual fuel oil powered/US	0,58202	Transport, ocean freighter, residual fuel oil powered/US	0,554909
	Diesel, at refinery/I/US	0,45687	Diesel, at refinery/I/US	0,435596
	Lignite coal, at surface mine/US	0,45321	Lignite coal, at surface mine/US	0,432104
	Polyester resin, unsaturated, at plant/RER S	0,41358	Polyester resin, unsaturated, at plant/RER S	0,411884
	Gasoline, combusted in equipment/US	0,4246	Gasoline, combusted in equipment/US	0,404826
	Electricity, lignite coal, at power plant/US	0,4112	Electricity, lignite coal, at power plant/US	0,39205
	Electricity, natural gas, at power plant/US	0,35232	Electricity, natural gas, at power plant/US	0,335915
	Disposal, wood untreated, 20% water, to municipal incineration/CH S	0,36378	Disposal, wood untreated, 20% water, to municipal incineration/CH S	0,32637
	Transport, train, diesel powered/US	0,28943	Transport, train, diesel powered/US	0,275948
	Electricity, residual fuel oil, at power plant/US	0,24794	Electricity, residual fuel oil, at power plant/US	0,236397
	Diesel, combusted in industrial boiler/US	0,16275	Diesel, combusted in industrial boiler/US	0,155174
	Residual fuel oil, combusted in industrial boiler/US	0,12442	Residual fuel oil, combusted in industrial boiler/US	0,118627
	Natural gas, combusted in industrial boiler/US	0,09139	Natural gas, combusted in industrial boiler/US	0,087136
	Fuel grade uranium, at regional storage/US	0,08181	Fuel grade uranium, at regional storage/US	0,077999
	Transport, ocean freighter, diesel powered/US	0,05687	Transport, ocean freighter, diesel powered/US	0,054225
	Residual fuel oil, at refinery/I/US	0,05539	Residual fuel oil, at refinery/I/US	0,052809
	Electricity, biomass, at power plant/US	0,04499	Electricity, biomass, at power plant/US	0,042894
	Transport, barge, residual fuel oil powered/US	0,02516	Transport, barge, residual fuel oil powered/US	0,023993
	Electricity, diesel, at power plant/US U	0,01833	Electricity, diesel, at power plant/US U	0,01748
	Gasoline, at refinery/I/US	0,01686	Gasoline, at refinery/I/US	0,016072
	Disposal, packaging cardboard, 19.6% water, to municipal incineration/CH S	0,00882	Disposal, packaging cardboard, 19.6% water, to municipal incineration/CH S	0,007393
	Bituminous coal, combusted in industrial boiler/US	0,00653	Bituminous coal, combusted in industrial boiler/US	0,006228
	Transport, barge, diesel powered/US	0,00646	Transport, barge, diesel powered/US	0,006155
	Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to sanitary landfill/CH S	0,00451	Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to sanitary landfill/CH S	0,004503
	Liquefied petroleum gas, combusted in industrial boiler/US	0,00156	Liquefied petroleum gas, combusted in industrial boiler/US	0,001491
	Lignite coal, combusted in industrial boiler/US	0,0003	Lignite coal, combusted in industrial boiler/US	0,000291
Liquefied petroleum gas, at refinery/I/US	0,00027	Liquefied petroleum gas, at refinery/I/US	0,000259	
Disposal, wood untreated, 20% water, to sanitary landfill/CH S	2,75E-05	Disposal, wood untreated, 20% water, to sanitary landfill/CH S	2,46E-05	
Natural gas, combusted in industrial equipment/RNA	1,31E-05	Natural gas, combusted in industrial equipment/RNA	1,25E-05	
Disposal, polyurethane, 0.2% water, to sanitary landfill/CH S	4,43E-06	Disposal, polyurethane, 0.2% water, to sanitary landfill/CH S	4,43E-06	
Disposal, packaging cardboard, 19.6% water, to sanitary landfill/CH S	1,91E-06	Disposal, packaging cardboard, 19.6% water, to sanitary landfill/CH S	1,60E-06	

FONTE: A AUTORA (2013)

Na cadeira B, para 2010, dois são os processos responsáveis pelos 80% total, cinco correspondem a 15% e 34 são o total de 5%. Já em 2012 dois processos equivalem a 80%, 10 correspondem a 15% e, 29 somam o total de 5%.

Para a cadeira C também apresentam-se na Tabela 7 as contribuições do processo de fabricação, referentes a 80%, 15% e 5%.

TABELA 7 - CONTRIBUIÇÃO DO PROCESSO DA CADEIRA C

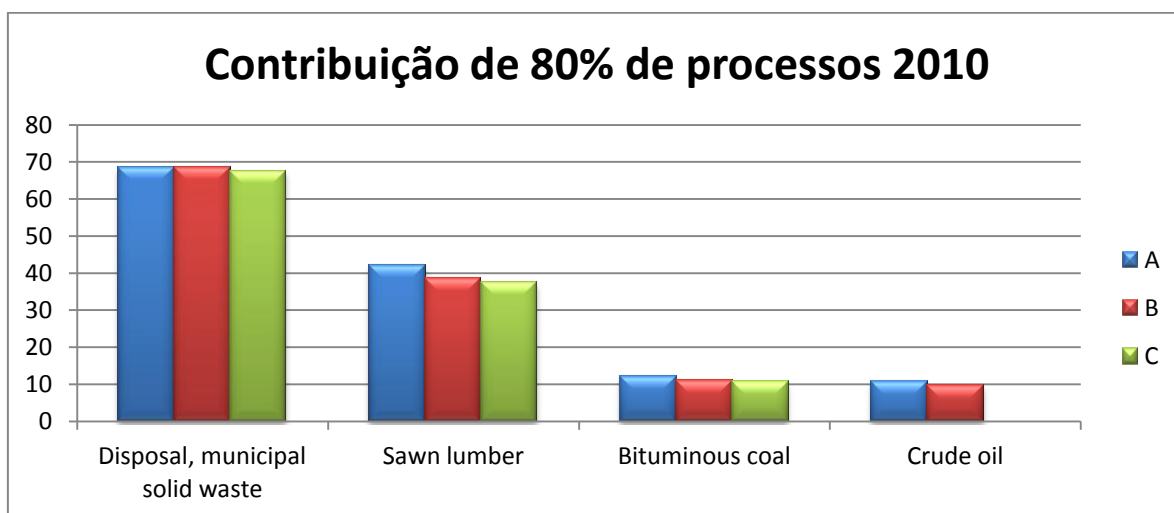
CADEIRA C 2010		CADEIRA C 2012	
Processo	Resíduos	Processo	Resíduos
80%	Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to municipal incineration/CH S	Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to municipal incineration/CH S	67,382022
	Sawn lumber, hardwood, rough, green, at sawmill, NE-NC/kg/RNA	Sawn lumber, hardwood, rough, green, at sawmill, NE-NC/kg/RNA	35,963426
	Bituminous coal, at mine/US	Bituminous coal, at mine/US	10,306137
15%	Crude oil, at production/RNA	Crude oil, at production/RNA	9,1761283
	Electricity, bituminous coal, at power plant/US	Electricity, bituminous coal, at power plant/US	8,6496313
	Diesel, combusted in industrial equipment/US	Diesel, combusted in industrial equipment/US	7,4325867
	Transport, combination truck, diesel powered/US	Transport, combination truck, diesel powered/US	2,7375863
	Natural gas, at extraction site/US		
5%	Natural gas, processed, at plant/US	Natural gas, at extraction site/US	2,2283828
	Transport, ocean freighter, residual fuel oil powered/US	Natural gas, processed, at plant/US	0,67486185
	Diesel, at refinery/I/US	Transport, ocean freighter, residual fuel oil powered/US	0,54155324
	Lignite coal, at surface mine/US	Diesel, at refinery/I/US	0,42511207
	Gasoline, combusted in equipment/US	Lignite coal, at surface mine/US	0,42170369
	Polyester resin, unsaturated, at plant/RER S	Polyester resin, unsaturated, at plant/RER S	0,40566717
	Electricity, lignite coal, at power plant/US	Gasoline, combusted in equipment/US	0,39508266
	Disposal, wood untreated, 20% water, to municipal incineration/CH S	Electricity, lignite coal, at power plant/US	0,38261411
	Electricity, natural gas, at power plant/US	Electricity, natural gas, at power plant/US	0,32783023
	Disposal, polyurethane, 0.2% water, to municipal incineration/CH S	Disposal, wood untreated, 20% water, to municipal incineration/CH S	0,31588204
	Transport, train, diesel powered/US	Disposal, polyurethane, 0.2% water, to municipal incineration/CH S	0,3121411
	Electricity, residual fuel oil, at power plant/US	Transport, train, diesel powered/US	0,26930666
	Diesel, combusted in industrial boiler/US	Electricity, residual fuel oil, at power plant/US	0,23070696
	Residual fuel oil, combusted in industrial boiler/US	Diesel, combusted in industrial boiler/US	0,15143924
	Natural gas, combusted in industrial boiler/US	Residual fuel oil, combusted in industrial boiler/US	0,11577225
	Fuel grade uranium, at regional storage/US	Natural gas, combusted in industrial boiler/US	0,08503856
	Transport, ocean freighter, diesel powered/US	Fuel grade uranium, at regional storage/US	0,07612203
	Residual fuel oil, at refinery/I/US	Transport, ocean freighter, diesel powered/US	0,0529195
	Electricity, biomass, at power plant/US	Residual fuel oil, at refinery/I/US	0,05153788
	Transport, barge, residual fuel oil powered/US	Electricity, biomass, at power plant/US	0,04186163
	Electricity, diesel, at power plant/US U	Transport, barge, residual fuel oil powered/US	0,02341516
	Gasoline, at refinery/I/US	Electricity, diesel, at power plant/US U	0,01705931
	Disposal, packaging cardboard, 19.6% water, to municipal incineration/CH S	Gasoline, at refinery/I/US	0,01568482
	Bituminous coal, combusted in industrial boiler/US	Disposal, packaging cardboard, 19.6% water, to municipal incineration/CH S	0,00665379
	Transport, barge, diesel powered/US	Bituminous coal, combusted in industrial boiler/US	0,00607792
	Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to sanitary landfill/CH S	Transport, barge, diesel powered/US	0,00600654

Liquefied petroleum gas, combusted in industrial boiler/US	0,001514	Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to sanitary landfill/CH S	0,00443965
Lignite coal, combusted in industrial boiler/US	0,000295	Liquefied petroleum gas, combusted in industrial boiler/US	0,00145467
Liquefied petroleum gas, at refinery/I/US	0,000263	Lignite coal, combusted in industrial boiler/US	0,00028373
Disposal, wood untreated, 20% water, to sanitary landfill/CH S	2,83E-05	Liquefied petroleum gas, at refinery/I/US	0,00025246
Natural gas, combusted in industrial equipment/RNA	1,27E-05	Disposal, wood untreated, 20% water, to sanitary landfill/CH S	2,38E-05
Disposal, polyurethane, 0.2% water, to sanitary landfill/CH S	2,45E-06	Natural gas, combusted in industrial equipment/RNA	1,22E-05
Disposal, packaging cardboard, 19.6% water, to sanitary landfill/CH S	1,72E-06	Disposal, polyurethane, 0.2% water, to sanitary landfill/CH S	2,45E-06
		Disposal, packaging cardboard, 19.6% water, to sanitary landfill/CH S	1,44E-06

FONTE: A AUTORA (2013)

Neste caso em 2010 e em 2012, 80% são correspondentes a dois processos, os 15% a quatro processos e os 5% são representados por um total de 34 processos.

É possível observar o equivalente a 80% do total da contribuição dos processos na Figura 21.



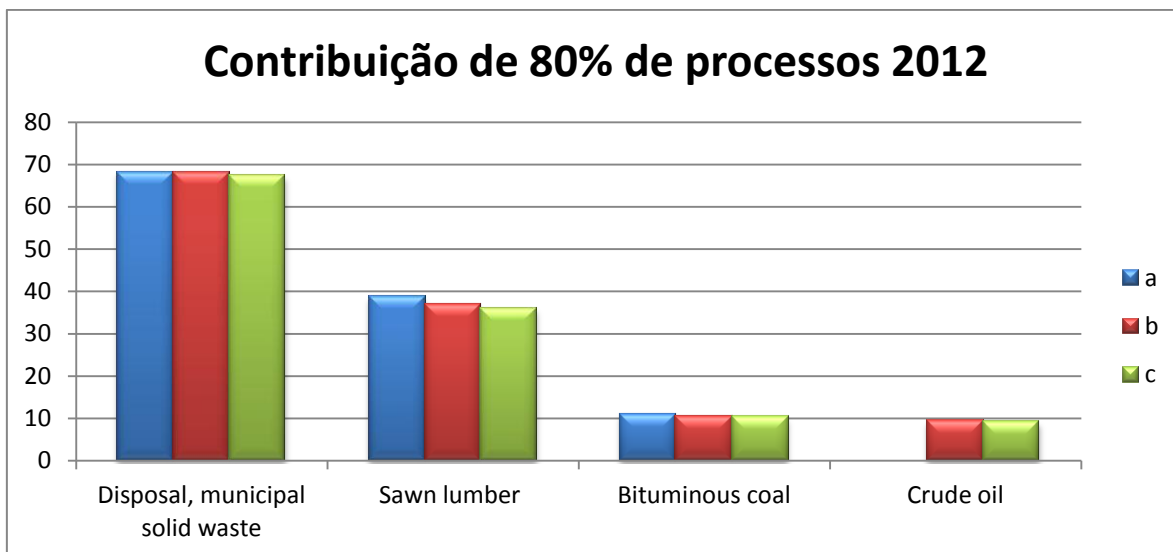


FIGURA 22 - DEMONSTRAÇÃO DOS 80% DA CONTRIBUIÇÃO DOS PROCESSOS
 FONTE: A AUTORA (2013)

Dentre os processos com maior impacto, tem-se três que representam 80% do total nas três cadeiras.

Embora que em 80% da contribuição do processo não houve muita diferença visual, na soma do total dos processos, o ano de 2012 apresentou uma redução em seus impactos. Entretanto, não foram os processos realizados dentro da empresa responsáveis pela maior emissão de impacto.

O impacto e maior resultado, a incineração, foi a alternativa de disposição final dada ao resíduo de madeira que sobra durante o processo. Nota-se que houve uma pequena diminuição na quantidade deste impacto entre os anos de 2010 e 2012, devido às melhorias no plano de corte que ocasionaram em uma redução na quantidade de resíduo de madeira gerado do processo de fabricação.

Com madeira maciça, que também detém grande parte do impacto gerado nesta categoria, ocorreu de forma semelhante ao processo de incineração. Como no ano de 2012 houve uma redução na quantidade de madeira utilizada no processo, a quantidade de impacto também reduziu.

A partir disso, para o cenário de 2013, que configura em uma proposta de iniciativas que são passíveis de melhorias, é possível, através dos resultados anteriores da ACV, focar nos pontos onde de fato o problema está inserido, neste caso, a madeira constou como sendo passível de impacto tanto antes quanto depois do processo de fabricação das cadeiras.

5 INICIATIVAS PARA O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Os produtos, de maneira geral, causam algum tipo de impacto ambiental, grande ou pequeno, durante o seu ciclo de vida útil. O que ainda precisa ser ressaltado é que estes produtos podem passar por alterações que façam com que seus impactos sejam reduzidos de forma satisfatória.

Baseando-se nos dados coletados na empresa estudada, nos resultados obtidos nas análises de ciclo de vida realizadas para as três cadeiras e na literatura adotada foi possível desenvolver iniciativas para o reprojeto de produto visando a a utilização da logística reversa e redução do impacto ambiental no Estudo de Caso.

Foi adotada a metodologia 5W2H para apresentar as iniciativas para cada uma das LiDS apresentadas por Bittencourt (2001) a fim de possibilitar que a empresa minimize os impactos gerados durante todo o ciclo de vida físico das cadeiras estudadas.

No Quadro 5 é possível visualizar os indicadores referentes a cada uma das estratégias das LiDS utilizados como parâmetro para o desenvolvimento das Iniciativas para o PDP, visando a redução de impactos ambientais bem como a indicação de quais indicadores a empresa estudo de caso já possui.

QUADRO 5 - INDICATIVOS REFERENTES A CADA UMA DAS ESTRATÉGIAS DAS LiDS

LiDS	Indicativos	Empresa	Iniciativas
Desenvolvimento de novas concepções	Relaciona-se a requisitos funcionais que dependem do tipo de produto	X	X
Seleção de material de baixo impacto	Maior utilização de material reciclável	X	X
	Maior utilização de material reciclado		X
	Maior utilização de material não tóxico	X	X
	Menor utilização de materiais de fontes não renováveis		X
Redução de recursos	Menor variedade de material	X	X
	Menor peso	X	X
Otimização das técnicas de produção	Utilização de técnicas de produção que resultem em menor desperdício		X
	Utilização de técnicas de produção que gere menor quantidade de efluentes		X
	Otimização das técnicas de montagem		x
Otimização do sistema de distribuição	Menor volume	X	X
	Embalagens descartáveis		X
	Planejar meios de transporte menos poluentes	X	X

continua

			conclusão
Redução do impacto do uso	Maior eficiência energética		X
	Utilização de indicadores sobre a reciclabilidade dos materiais		X
	Diminuição do consumo de materiais no uso		X
	Diminuição das emissões (água, ar, solo) no uso		X
Otimização do tempo de vida	Facilitar manutenção		X
	Facilitar a desmontagem		X
	Evitar o uso de material tóxico no reparo		X
	Estrutura modular que possibilite a reutilização de parte ou de todo o produto	X	X
	Reduzir o uso de recursos no reparo do produto		X
Otimização do fim de vida	Identificação da reciclabilidade dos materiais que compõem o produto		X
	Facilitar a separação de materiais diferentes		X

FONTE: ADAPTADO DE BITTENCOURT (2001)

A partir da prática da empresa e da mudança de alguns materiais e processos foi possível contruir um novo cenário para a empresa.

Salienta-se que se faz necessária uma aplicação das iniciativas teóricas na fabricação das cadeiras utilizadas como objeto desse estudo para validar os resultados obtidos.

A seguir apresenta-se o detalhamento de cada iniciativa seguindo a lógica apresentada por Bittencourt (2001).

5.1 DESENVOLVIMENTO DE CONCEPÇÕES

Para esta LiD tem-se o indicativo que se relaciona com os requisitos funcionais do produto. Neste caso, a empresa possui uma cadeira que em parceria com o projeto Design Seguro desenvolveu um espaldar com espaço para que bolsas fossem penduradas.

Inserir num só produto diversas características funcionais reduz a necessidade de fabricação de outros produtos.

As funções adicionais tanto praticadas pela empresa quanto propostas para esta situação podem ser visualizadas no Quadro 6.

QUADRO 6 - INICIATIVAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE CONCEPÇÕES

O que?	Por que?	Onde?	Como?	Fase PDP	Quem?	Quando?	Quanto?
Desenvolvimento de concepções	Requisitos funcionais		Utilizar a cadeira para desenvolver outras funções além das principais. Neste caso, a empresa possui uma cadeira com a possibilidade de pendurar a bolsa de forma segura em seu espaldar.	Especificações das funções	Designer	Já existente	A definir pela empresa
			Desenvolver outras funções para a cadeira, como por exemplo servir como parte de uma mesa e, quando encaixados os móveis se tornam uma prateleira.	Especificações das funções	Designer	Longo prazo	
			Desenvolver outras possibilidades, considerando o projeto Design seguro, como a cadeira que possibilita guardar a bolsa entre as pernas.	Especificações das funções	Designer	Médio prazo	

FONTE: A AUTORA (2013)

5.2 SELEÇÃO DE MATERIAL DE BAIXO IMPACTO

Para este item são propostas iniciativas relacionadas com o tipo de material utilizados na fabricação do produto, tanto características do material adquirido como também dos possíveis destinos para os materiais escolhidos. Portanto, os indicativos são: utilização de materiais reciclados, utilização de materiais recicláveis, utilização de materiais não tóxicos e utilização de materiais de fontes renováveis.

A partir da análise realizada com a empresa notou-se que alguns dos indicativos já estavam sendo considerados na prática. A empresa fazia o uso de materiais com possibilidade de serem reciclados após o fim de sua vida útil, como o papelão, madeira, MDF e espuma.




Entretanto, o corino utilizado nas cadeiras impacta significativamente nos aumentos dos impactos ambientais. Orientou-se então que o material algodão fosse utilizado no lugar do corino, considerando que um dos principais problemas do antigo material é a dificuldade de uma correta destinação final.

Outra indicação foi a substituição de tintas que possam contaminar a madeira quando esta retorna para ser reutilizada/ reciclada. Neste caso, indicou-se o uso de tintas vegetais.

Esta iniciativas estiveram de acordo com os indicativos que prevem a não utilização de materiais tóxicos e, também, a utilização de material que provém de uma fonte renovável.

Como forma de garantir que os materiais e os processos terão baixo impacto, recomenda-se a realização da ACV durante a fase da definição do processo de fabricação e de projeto detalhado do PDP. Desta forma, pode-se substituir os materiais ainda na fase de projeto onde os custos são muito menores do que na fase em que o produto já foi desenvolvido e lançado no mercado (Quadro 7).

QUADRO 7 - INICIATIVAS PARA A SELEÇÃO DE MATERIAIS DE BAIXO IMPACTO

O que?	Por que?	Onde?	Como?	Fase PDP	Quem?	Quando?	Quanto?
Seleção de material de baixo impacto	Maior utilização de material reciclável/ reciclado/ não tóxico Menor utilização de materiais de fontes não renováveis		Substituição do material corino pelo tecido feito de algodão, que gera menos impacto ambiental na sua fabricação, provém de fonte renovável, e possui maior facilidade de descarte	Escolha dos materiais	Compras	Médio prazo	A definir pela empresa
			Utilização de tinta que, após o retorno possa ser facilmente removida da madeira, evitando que assim, que a madeira fique contaminada.	Escolha dos materiais	Compras	Longo prazo	
			Sempre que escolhidos os materiais e processos do produto, recomenda-se a análise do ciclo de vida. Além disso, esta é uma ferramenta que ajuda na comparação do ciclo de vida de produtos similares.	Escolha de materiais e de processos.	Engenharia de Produção	Médio prazo	

FONTE: A AUTORA (2013)

5.3 REDUÇÃO DE RECURSOS

Dentro da LiD redução de recursos estão inseridas as maiores propostas desta pesquisa, principalmente no que diz respeito a quantidade de resíduos gerados ao final do processo.

Para o Estudo de Caso foi proposta a redução na variedade de materiais, onde no cenário de 2010, os espaldares era fabricados com dois tipos de chapas que eram fixadas umas nas outras e, no cenário de 2012 essas chapas diminuíram para duas. A quantidade de madeira utilizada no ano de 2012 também teve uma redução bastante significativa se comparado com o ano de 2010.

As propostas desenvolvidas dentro deste critério estiveram voltadas principalmente para a redução dos resíduos.

Levando em consideração os principais resíduos gerados durante o processo de fabricação das cadeiras, madeira maciça, corino e MDF, somado aos itens e processos que correspondem a 80% do total dos impactos, propõe-se inicialmente a redução destes resíduos através de melhorias e, então, um destino final mais adequado para estes.

Os impactos gerados pela contribuição do processo tiveram relação direta com a madeira maciça, seja na sua fabricação ou no seu descarte final.

Primeiramente, a madeira maciça era o material mais importante no processo de produção das cadeiras. Porém, contribuía substancialmente na geração de resíduos e aumentava a concentração de poluentes do meio ambiente a partir do processo de incineração.

Portanto, na proposta que configura a redução do resíduo de madeira maciça, fez-se uso de dois critérios:

- a) Unificação das dimensões: largura e espessura;
- b) Plano de corte.

De forma geral, a empresa adquiria a madeira maciça com três dimensões diferentes, o que contribuía na geração de resíduo, por conta da largura e espessura do material serem consideravelmente maiores que as peças finais.

O primeiro critério, a unificação das dimensões das peças, largura e espessura, mantendo o comprimento original, foi baseado na necessidade de aquisição da matéria-prima sem variações volumétricas.

Para a elaboração deste item usou-se as dimensões da cadeira A no ano de 2010 (Tabela 8).

TABELA 8 - ALTERAÇÃO NAS DIMENSÕES LARGURA E ESPESSURA DOS COMPONENTES

Componente	Antes (m)			Depois (m)		
	comp	larg	esp	comp	larg	esp
perna traseira	0,832	0,078	0,028	0,832	0,064	0,024
travessa traseira	0,448	0,064	0,028	0,448	0,064	0,024
cantoneira	0,15	0,055	0,028	0,15	0,064	0,024
perna dianteira	0,416	0,058	0,028	0,416	0,064	0,024
trav traz inf (2 por largura)	0,448	0,064	0,028	0,448	0,064	0,024
trav espaldar (2 por largura)	0,448	0,064	0,02	0,448	0,064	0,024
trav lateral inf (2 por largura)	0,348	0,064	0,02	0,348	0,064	0,024
trav lat	0,348	0,064	0,02	0,348	0,064	0,024
trav frontal	0,388	0,064	0,02	0,388	0,064	0,024

FONTE: A AUTORA (2013)

O valor escolhido como a nova largura dos componentes foi devido ao fato da maioria dos componentes já possuírem essa dimensão e algumas possuem a dimensão referente à metade deste valor. Deste modo, pôde-se fabricar duas peças aproveitando a mesma dimensão da largura.

Já, o valor adotado como espessura foi dado pela média dos dois valores diferentes que já eram utilizados pelos componentes. Sabe-se que a maior parte do resíduo gerado pela madeira é resultado de sobras na largura e espessura. Portanto, a madeira maciça deve ser adquirida nas seguintes dimensões: comprimento de 3m, largura de 0,075m e espessura de 0,025m. Estas dimensões de matéria-prima já estão em uso na empresa, porém para a fabricação de apenas alguns componentes.

Apenas com esta redução a cadeira teve uma redução de volume de 10%, passou de 0,1847m³ para 0,1666m³, o que corresponde a uma diferença de 7,21kg de madeira maciça a menos utilizada no processo. Esta alteração implicou também na redução dos tempos de processos e da quantidade de alguns materiais.

A partir disso, o próximo critério foi a otimização do plano de corte da madeira. Esta atividade está associada com o uso de um algoritmo que descreve todos os possíveis padrões de corte para as peças necessárias.

No algoritmo foram gerados aproximadamente 16500 padrões de corte diferentes. Deste modo, padrões que tiveram como sobra mais de 15cm, considerando a menor peça necessária, foram excluídos.

Na Tabela 9 é possível observar as dimensões das peças, bem como as demandas para a fabricação de um lote de 20 cadeiras

TABELA 9 - DEMANDA DE CORTE DOS COMPONENTES

Medidas (cm)	Demanda (20 cad)
83,2	40
41,6	40
44,8	60
15	80
34,8	60
38,8	20

FONTE: A AUTORA (2013)

A partir da combinação dos padrões, considerando a demanda de cada peça, estabeleceu-se uma rotina de corte para aquele lote de cadeiras, onde foi possível reduzir de forma considerável a massa da madeira utilizada para a fabricação de cada tipo de peça. Na Tabela 10 mostra-se esta diferença entre a cadeira A 2012 e o cenário de 2013 para 20 cadeiras.

TABELA 10 - REDUÇÃO NA QUANTIDADE DE MADEIRA DOS COMPONENTES

Componentes	Antes (kg)	Depois (kg)	%
Madeira maciça	143,16	85,5	-40,27
perna traseira	54,11	20,93	-61,31
travessa traseira	12,46	5,63	-54,79
cantoneira	16,47	7,54	-54,20
perna dianteira	21,23	10,46	-50,73
trav traz inf	6,13	2,81	-54,15
trav espaldar	7,68	2,81	-63,38
trav lateral inf	6,12	4,30	-29,68
trav lat	11,54	8,75	-24,20
trav frontal	7,43	4,88	-34,28
Resíduos	69,29	18,84	-72,80

FONTE: A AUTORA (2013)

Observa-se na Tabela 10 que houve uma redução de -40% na quantidade de madeira necessária para a fabricação de todas as peças que compõem o lote. A quantidade de resíduo total gerado no processo teve uma redução de -72,80% ou seja, 50,45kg.

Após todas as melhorias no que concerne à alteração das dimensões e otimização de corte, ainda assim o processo foi passível de resíduos. Entretanto, considerou-se como destino final, ainda que não a melhor opção, a incineração, como forma de comparar com os processos anteriores. Ressalta-se que a melhor alternativa como destino final, independente do material, sempre é o reuso ou reciclagem ao invés da incineração.

O segundo material que foi passível de alterações desta natureza, foi o MDF, que possui dimensões onde pode-se fabricar várias peças de espaldares e assentos. No caso do espaldar, no ano de 2010 eram necessárias quatro chapas, e no ano de 2012 esse número foi reduzido para duas. No sentido de reduzir a variedade de materiais, a proposta baseia-se primeiro na utilização de uma chapa como matéria-prima que possua as mesmas medidas necessárias para a fabricação de dez de espaldares sem sobras, para evitar resíduos.

Além disso, para a chapa utilizada na fabricação dos assentos, que possuía uma espessura menor que a chapa anterior, também assumiu-se que deveria ser adquirida em um tamanho que correspondesse ao equivalente a fabricação de dez assentos.

Outra alternativa, no caso do espaldar, foi utilizar apenas uma chapa, o que reduz a quantidade de resíduo, não necessita de processos de fixação de uma chapa na outra, o que também resulta da eliminação do uso da cola para este componente. Além de garantir mais facilidade no processo de desmontagem.

No caso do tecido utilizado no assento, a proposta é semelhante a do MDF, onde a matéria-prima deve ser adquirida de forma que não existam sobras após a utilização, para fabricar “x” cadeiras. Admitiu-se então que a área da bobina de tecido fosse igual à área de utilização para a fabricação de dez assentos.

Os materiais água e eletricidade, também, foram reduzidos proporcionalmente de acordo com a redução no volume da cadeira, ou seja, 10%.

O material cola, foi excluído do processo de fixação dos espaldares, uma vez que no novo cenário foi utilizada apenas uma chapa para a fabricação deste componente. Já a cola utilizada no processo de junção das peças, também foi







considerada desnecessária, portanto, desconsiderou-se a cola como um dos materiais utilizados neste processo, deste modo, esta foi excluída da ACV.

Pelo fato da cadeira ter seu volume reduzido, por conta das alterações de dimensão, foi reduzida de forma proporcional, a quantidade de tinta utilizada na pintura desta, da ordem de 10%.


Os materiais provenientes do processo de embalagem foram indicados para a redução do consumo, no desenvolvimento da cadeira e, portanto, os materiais como, caixa de papelão e papelão corrugado tiveram uma redução de 10% em sua massa final.

O Quadro 8 apresenta as iniciativas para a redução de recursos para a empresa estudada.

QUADRO 8 - INICIATIVAS PARA A REDUÇÃO DE RECURSOS

O que?	Por que?	Onde?	Como?	Fase PDP	Quem?	Quando?	Quanto?
Redução de recursos	Menor variedade de material	Menor peso		Unificação das dimensões: todos os componentes com a mesma medida de largura e espessura.	Dimensionamento do produto	Designer	Curto prazo
				Plano de corte para melhor aproveitamento do comprimento da matéria-prima.	Detalhamento dos moldes	Engenheiro de Produção	Curto prazo
				Aquisição de material com dimensão igual a soma de uma quantidade "x" de peças, sem que haja sobras.	Pesquisa com fornecedores/escolha dos materiais	Compras	Médio prazo
				Utilização de uma única chapa na fabricação do espaldar, evitando a necessidade de fixação.	Projeto conceitual	Designer	Curto prazo
				Aquisição de material com dimensão igual a soma de uma quantidade "x" de peças, sem que haja sobras.	Pesquisa com fornecedores/escolha dos materiais	Compras	Médio prazo
				Redução na quantidade de água utilizada, equivalente a redução do volume da cadeira, 10%.	Processo de fabricação	Planejamento de produção	Médio prazo
				Redução na quantidade de energia utilizada, equivalente a redução do volume da cadeira, 10%.	Processo de fabricação	Planejamento de produção.	Médio prazo
				Exclusão do material da fixação das chapas para fabricação d espaldar.	Projeto conceitual	Designer	Médio prazo
							A definir pela empresa

continua

					conclusão			
				Redução no volume de papelão corrugado e na caixa de papelão devido à redução de 10% no volume total da cadeira.	Fornecido res/escolha dos materiais	Compras	Curto prazo	

FONTE: A AUTORA (2013)

5.4 OTIMIZAÇÃO DAS TÉCNICAS DE PRODUÇÃO

Dentre os indicativos que compreendem esta LiD, pode-se citar técnicas de produção com menor desperdício, técnicas de produção que gere menor quantidade de efluentes e otimização das técnicas de montagem.

Não foram identificados na empresa nenhum dos indicativos desta categoria.

As propostas foram voltadas à redução do tempo de processo, o que reduz a quantidade de impacto gerado, de acordo com a análise dos dados do SimaPRO®.

Os tempos de processo podem ser reduzidos como consequência da mudança nas dimensões da madeira maciça, ou seja, quanto mais a matéria-prima estiver próxima das dimensões reais da peça, menos tempo de processo é necessário para fazer essa alteração.

Diante disso, com as alterações dimensionais realizadas, assume-se como tempo de processo o equivalente a redução da dimensão da cadeira, ou seja, 10% a menos do tempo. Para a redução dos tempos, considerou-se o menor tempo entre os anos de 2010 e 2012 da cadeira A, e este tempo total foi distribuído entre os componentes, considerando um lote de 20 cadeiras. Portanto, os processos assumiriam os seguintes tempos demonstrados na Tabela 11.

TABELA 11 - NOVOS VALORES REFERENTES AOS TEMPOS DE PROCESSO

Processo	Antes (hs)	Depois (hs)
Beneficiamento	8,58	7,72
Corte	8,11	7,29
Lixamento	19,1	17,19
Pintura	8	7,2

FONTE: A AUTORA (2013)

Os processos utilizados na fabricação das cadeiras são responsáveis, segundo a especificação da contribuição do inventário, por grande parte da emissão dos referenciados como gases nobres para o ar. Desta forma, a melhoria acima supracitada esteve diretamente ligada com a redução destas emissões.

Outra melhoria esta relacionada ao método de fixação das partes da cadeiras, com vistas à facilidade de separação e remoção dessas partes, quando, posteriormente, forem retornadas.



A primeira é a alteração na fixação das partes da cadeira, onde, ao invés da cola, utilizou-se materiais de fácil remoção como parafusos, cavilhas ou encaixe.

No caso do assento também foi excluída a utilização da cola entre os materiais MDF, espuma e tecido, também visando a facilidade de separação destes materiais. As iniciativas estão expostas no Quadro 9.

QUADRO 9 - INICIATIVAS PARA A OTIMIZAÇÃO DAS TÉCNICAS DE PRODUÇÃO

O que?	Por que?			Onde?	Como?	Fase PDP	Quem?	Quando?	Quant o?
Otimização das técnicas de produção	Técnicas com menos desperdício	Técnicas com menos efluentes	Otimização das técnicas de montagem		Redução no processo de lixamento (-10%) devido diminuição no volume da cadeira e, a aquisição de matéria-prima com dimensões mais próximas das dimensões das peças	Processos de fabricação	PCP	Curto prazo	A definir pela empresa
					Redução no processo de corte (-10%) devido diminuição no volume da cadeira e, a aquisição de matéria-prima com dimensões mais próximas das dimensões das peças	Processos de fabricação	PCP	Curto prazo	
					Redução no processo de pintura (-10%) devido diminuição no volume da cadeira e, a aquisição de matéria-prima com dimensões mais próximas das dimensões das peças	Processos de fabricação	PCP	Curto prazo	
					Redução no processo de beneficiamento (-10%) devido diminuição no volume da cadeira e, a aquisição de matéria-prima com dimensões mais próximas das dimensões das peças	Processos de fabricação	PCP	Curto prazo	
					Alteração no método de fixação das peças. Substituindo a colagem por, parafusos, cavilhas ou encaixe.	Dimensionamento do produto	Design	Médio prazo	

continua

conclusão									
					Facilidade de separação ou remoção dos materiais sem contaminar ou danificar a reutilização dos mesmos. Assento sem colar os materiais mdf, tecido, espuma. Espaldar apenas uma chapa sem necessidade de cola. Tinta com fácil remoção sem contaminação.	Escolha dos materiais	Compras e designer	Longo prazo	
					Sempre que escolhida uma configuração de materiais e processos, recomenda-se a análise do ciclo de vida. Além disso esta é uma ferramenta que ajuda na comparação do ciclo de vida de produtos similares.	Escolha de materiais e processos	Engenheiro de Produção	Médio prazo	

FONTE: A AUTORA (2013)


5.5 OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO.

Na otimização do sistema de distribuição tem-se os indicativos menor volume, embalagens descartáveis e meios de transporte menos poluentes.


A empresa possuía um sistema de embalagem que foi desenvolvido para facilitar o transporte das cadeiras, onde em apenas uma caixa de papelão é possível colocar quatro cadeiras encaixadas, o que reduz a quantidade de caixas, a necessidade de espaço físico para transporte e, também, a quantidade de CO₂ emitido por cadeira.

Neste sentido, uma alteração redução no volume da cadeira já descrita satisfaz as características propostas por estes indicativos. Esta redução de volume poderá minimizar ainda mais o volume da caixa de papelão utilizada (Quadro 10).

QUADRO 10 - INICIATIVAS PARA A OTIMIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO

O que?	Por que?			Onde?	Como?	Fase PDP	Quem?	Quando?	Quanto?
Otimização do sistema de distribuição	Menor volume	Embalagens descartáveis	Meios de transporte menos poluentes		Sistema de empilhamento das cadeiras para que utilizem menor quantidade de caixa de papelão	Dimensionamento do produto	Designer	Já existente	A definir pela empresa

continua

									conclusão
					Redução nas dimensões da cadeira, já citadas anteriormente	Dimensionamento do produto	Design	Curto prazo	

FONTE: A AUTORA (2013)

5.6 REDUÇÃO NO IMPACTO DO USO

Na LiD que engloba a redução no impacto do uso dos produtos são encontrados os indicativos maior eficiência energética, indicativos sobre reciclabilidade de materiais, redução de consumo de materiais durante o uso e redução de emissões no uso do produto.




As análises de ciclo de vida realizadas com as cadeiras nos cenários de 2010 e 2012 não contemplaram dados referentes ao uso do produto. Portanto, as propostas aqui indicadas não puderam ser estimadas de forma numérica pela ACV realizada através do *software*.

Entretanto, algumas iniciativas são propostas para que o impacto do produto durante seu uso seja reduzido. A primeira, diz respeito a uma prática existente na empresa, onde os espaldares da cadeira A podem ser removidos e facilmente trocados sem necessitar comprar uma nova cadeira.

A segunda, uma instrução por parte da empresa aos seus clientes onde, apresentem algumas alternativas de descarte, reuso ou reciclagem do produto a partir da realização de uma pesquisa acerca dos indicativos de reciclabilidade de cada um dos materiais inseridos no produto final.

Além disso, é interessante por parte da empresa sempre ao escolher seus materiais, pesquisar a respeito das possibilidades de descarte, facilidade de reuso e reciclagem dos materiais. Todas as iniciativas podem ser vistas no Quadro 11.

QUADRO 11 - INICIATIVAS NA REDUÇÃO DO IMPACTO DE USO

O que?	Por que?	Onde?	Como?	Fase PDP	Quem?	Quando?	Quantos?
Redução no impacto de uso	Maior eficiência energética Indicativo sobre reciclabilidade de materiais Menor consumo de materiais e emissões no uso		Possibilidade de troca dos espaldares da cadeira, evitando assim que o produto seja trocado como um todo e, aumentando seu ciclo de vida.	Dimensionamento do produto	Design	Já existente	A definir pela empresa
			Instrução por parte da empresa ao consumidor de possibilidades de retorno, reuso, e reciclagem do produto adquirido.	Pós-venda	Vendas	Curto prazo	
			Buscar saber, antes da seleção dos materiais, quais são as possibilidades de descarte.	Pesquisas de materiais e tecnologias.	Engenheiro de produção	Medio prazo	

FONTE: A AUTORA (2013)

5.7 OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE VIDA



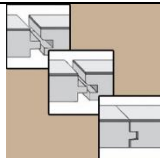
A otimização do tempo de vida do produto possui com indicativos a facilidade de manutenção, de desmontagem, evitar usar material tóxico no reparo, utilizar estrutura que permita reutilização de parte ou todo o produto e reduzir o uso de recursos no reparo.

A empresa desenvolveu uma cadeira que possui um *design* bem particular onde, o espaldar é removível, podendo assim, ser substituído conforme sua obsolescência ou até mesmo por motivos de estética. Deste modo, o cliente detém mais tempo com o produto que tem seu ciclo de vida aumentado.

Diante da necessidade de processos que sejam adaptados ao conceito da desmontagem e que, possam fornecer igual segurança na fabricação das cadeiras, a junção das partes da cadeira visando seu encaixe, foi substituída pelo método de encaixe, o que excluiu a utilização de cola como material fixador.

As principais razões para esta alteração foi a facilidade de desmontagem e a minimização da contaminação gerada na madeira que muitas vezes impossibilita que esta seja usada de forma eficaz por outro setor (Quadro 12).

QUADRO 12 - INICIATIVAS PARA OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE VIDA

QUADRO 12 - INICIATIVAS PARA OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE VIDA									
O que ?	Por que?		Onde?	Como?	Fase PDP	Que m?	Quando?	Quanto?	
Otimização do tempo de vida	Facilitar a manutenção e desmontagem	Evitar uso de recursos tóxicos no reparo	Facilitar a reutilização		Substituição do método de fixação das peças (já citado), para facilitar a desmontagem e reaproveitamento das peças sem danos causados pela processo de separação.	Dimensiona mento do produto	Desi gner	Médio prazo	A definir pela empresa
					Possibilidade de troca dos espaldares da cadeira, evitando assim que o produto seja trocado como um todo e, aumentando seu ciclo de vida.	Dimensiona mento do produto	Desi gner	Já existente	
					Fixação das partes da cadeira utilizando do conceito de encaixe macho-fêmea, eliminando a possibilidade de danos na remoção das peças	Dimensiona mento do produto	Desi gner	Médio prazo	

FONTE: A AUTORA (2013)

5.8 OTIMIZAÇÃO DO FIM DE VIDA

A otimização do fim de vida tem como indicativo a identificação da reciclabilidade dos materiais e a facilidade de separação de materiais diferentes.



Em primeiro lugar, faz-se necessário ter o conhecimento sobre as possíveis formas de reciclagem dos materiais que compõem o produto final.

Como forma de facilitar a separação, uma alternativa já proposta mas que se encaixa nos propósitos destes indicativos, é a substituição de duas chapas na fabricação do espaldar por apenas uma.

Esta iniciativa faz com que seja mais fácil a reutilização da chapa de MDF, não precisando haver a necessidade de separação entre duas chapas semelhantes, o que muitas vezes resulta até mesmo em danos dos materiais.

Além disso, a facilidade na remoção das peças, que já foi citada anteriormente (Quadro 13).

QUADRO 13 - INICIATIVAS PARA A OTIMIZAÇÃO DO FIM DE VIDA

GEREÇÃO DE INICIATIVAS PARA A OTIMIZAÇÃO DO FIM DE VIDA								
O que?	Por que?		Onde?	Como?	Fase PDP	Quem?	Quando?	Quanto?
Otimização do fim de vida	Identificação de reciclabilidade dos materiais	Facilitar a separação de materiais diferentes		Pesquisas sobre reciclabilidade dos materiais	Pesquisa de materiais e tecnologias	PCP	Médio prazo	A definir pela empresa
				Facilidade de separação ou remoção dos materiais sem contaminar ou danificar a reutilização dos mesmos. Assento sem colar os materiais MDF, tecido, espuma. Espaldar apenas uma chapa sem necessidade de cola. Tinta com fácil remoção sem contaminação.	Escolha dos materiais	Compras/ Designer	Longo prazo	

FONTE: A AUTORA (2013)

5.9 ACV – PROPOSTA PARA CENÁRIO DE 2013

A partir das iniciativas que foram propostas para o processo de fabricação da cadeira, que foi utilizada como cenário do ano de 2013, todas as alterações foram incluídas no *software* SimaPRO®.

As alterações podem ser visualizadas na Tabela 12.

TABELA 12 - ALTERAÇÕES PARA CENÁRIO DE 2013

ITEM	ANTES	REFERÊNCIA	DEPOIS
VOLUME CADEIRA	0,006297 (m³)	A 2012	0,005877
MADEIRA MACIÇA	143,16 (kg)	A 2012	85,5
MDF	43,16 (kg)	A 2012	20,63
CORINO	2,339E-8 (kg)	A	ALGODÃO/ 1,95E-8
COLA	1,115 (kg)	A	0
AGUA	8147,6 (kg)	A	7332,84 (kg)
ELETRICIDADE	29,07 (kWh)	A	26,16 (kWh)
TINTA	4,08 (kg)	A	3,67
PAPELÃO CORRUGADO	1,69 (kg)	A	1,52 (kg)
CAIXA DE PAPELÃO	93,19 (kg)	A	83,58 (kg)
BENEFICIAMENTO	8,58 (hs)	A	7,72 (hs)
CORTE	8,11 (hs)	A	7,29 (hs)
LIXAMENTO	19,1 (hs)	A	17,19 (hs)
PINTURA	8 (hs)	A	7,2 (hs)
RESÍDUO MADEIRA	69,29 (kg)	A 2012	18,84 (kg)
RESÍDUO MDF	12,70 (kg)	A 2010	0
RESÍDUO CORINO	5,8392E-9 (kg)	A	0
DESTINO FINAL MADEIRA	INCINERAÇÃO	A B C	INCINERAÇÃO

FONTE: A AUTORA (2013)

A partir das melhorias realizadas foi possível reduzir o volume dos materiais utilizados bem como o tempo de processos pelos quais a cadeira passa. Além disso, os resíduos MDF e corino e, o material cola, foram eliminados do processo.

A partir dos resultados obtidos nos cenários de 2010 e 2012 para as três cadeiras, foram propostas algumas alterações onde, buscou-se reduzir a quantidade de impactos gerados na contribuição de inventário e processos.

O cenário de 2013, em comparação com os cenários anteriores, teve um posicionamento melhor, onde a quantidade de impactos teve uma redução em ambas análises, inventário e processos.

O gráfico de rede não apresentou significativa mudança visual nos resultados. Isso porque, a pesquisa considerou uma estimativa de resultados e as quantidades atribuídas ao SimaPRO®, apresentaram características pouco relevantes à análise.

A primeira análise, a de inventário mostrou que, oito substâncias representam 70% do total de impactos gerados neste caso. As substâncias que compreenderam esta categoria permanecem as mesmas dos cenários anteriores, porém com uma significativa redução nas suas quantidades.

Desta forma, em comparação com os outros cenários, mostra-se que a redução na quantidade de materiais e, tempos dos processos, teve uma influência positiva neste resultado (Tabela 13).

TABELA 13 - DIFERENÇA NA REDUÇÃO DE RESÍDUO

INVENTÁRIO	RESÍDUO 70%				
	2010	2012	% 10-12	2013	% 12-13
A	26655,3	26886	0,8		-11,34
B	28453,75	28163,36	-1,02	23834,85	-15,36
C	26452,99	27655,49	4,5		-13,84

FONTE: A AUTORA (2013)

Percebeu-se que a média percentual de redução entre o resíduo gerado pelas três cadeiras no ano de 2012 e o cenário de 2013 foi de 13,5%, enquanto esta diferença relacionada aos anos de 2010 e 2012 houve um aumento em média de 1,42%, devido ao aumento no tempos dos processos.

Os dados referentes a 80% do impacto gerado pelo inventário, podem ser vistos em comparação com o resultado obtido pelas outras cadeiras na Figura 23.

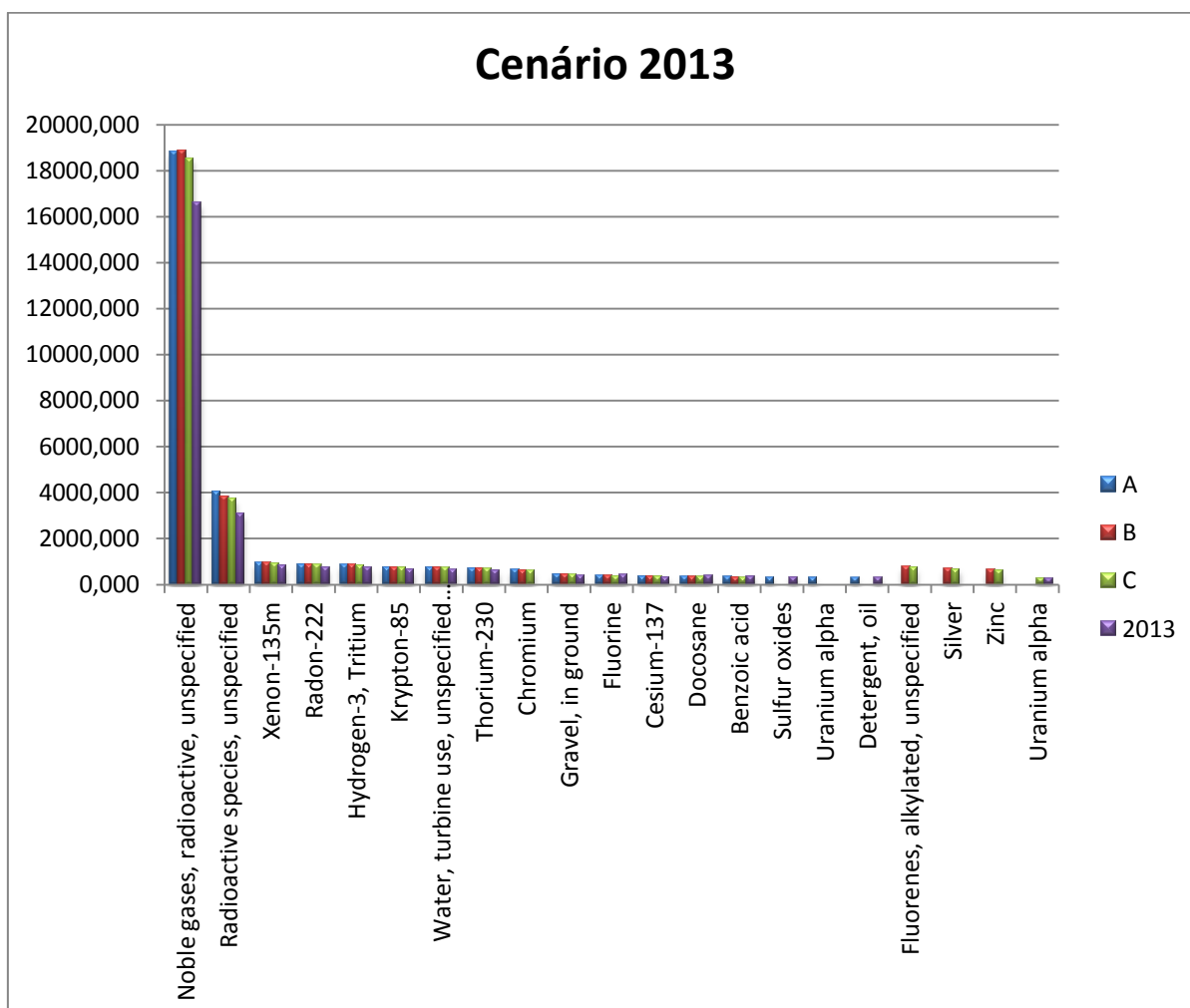


FIGURA 23 - CONTRIBUIÇÃO DOS 80% DO INVENTÁRIO
FONTE: A AUTORA (2013)

Percebe-se diferença entre os resultados das cadeiras A, B e C do ano de 2012 e o novo cenário de 2013, corroborando com o fato de que, principalmente, a redução na quantidade de materiais impacta de forma positiva na obtenção dos resultados.

Na análise da contribuição dos processos, as substâncias que detiveram 80% do total foram duas e, embora, tenham permanecido as mesmas contribuições anteriores, a quantidade de emissão de cada uma delas foi consideravelmente reduzida.

A diminuição na quantidade de impactos gerados pelos processos, deu-se por conta da redução da quantidade de madeira maciça utilizada no processo e, consequentemente a quantidade de resíduo enviado para a incineração.

A Tabela 14, mostra que houve uma diferença percentual de 14,3% entre o ano de 2012 das cadeiras A, B, C e o cenário de 2013, considerando que entre os anos de 2010 e 2012 esse percentual foi de 2%. Esta Tabela mostra a quantidade total de impactos gerados para esta categoria.

TABELA 14 - SÍNTESE DOS RESULTADOS DE CONTRIBUIÇÃO DOS PROCESSOS PARA AS CADEIRAS A, B E C

PROCESSO	RESÍDUO 70%				
	2010	2012	%10-12	2013	%12-13
A	110,6	107,07	-3,19	91,15	-14,86
B	107,16	105,18	-1,84		-14,94
C	104,97	103,94	-0,98		-13,16

FONTE: A AUTORA (2013)

A comparação entre os impactos de processos gerados pelas cadeiras A, B, C e o cenário de 2013 podem ser observados na Figura 24.

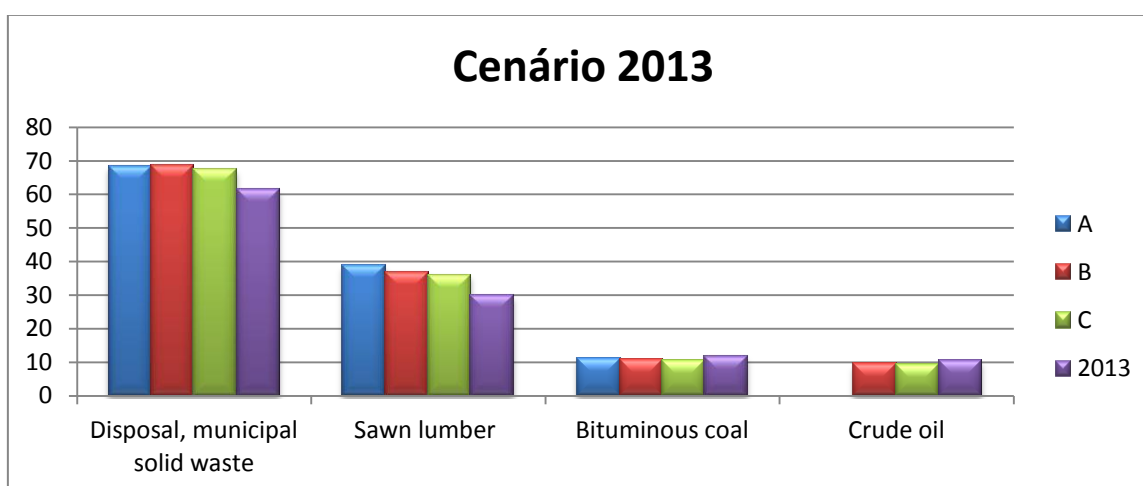


FIGURA 24 - CONTRIBUIÇÃO DE 80% DOS PROCESSOS
FONTE: A AUTORA (2013)

É possível concluir que a redução na quantidade de materiais resultou em uma melhora na quantidade de emissão dos poluentes.

Essa melhora deu-se por conta das propostas que enfatizaram a questão ambiental.

Desta forma os impactos causados na fabricação de um lote de 20 cadeiras foram reduzidos, considerando as propostas de melhorias no que tange a redução da quantidade de materiais e resíduos e a substituição de alguns materiais por outros.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A partir da oportunidade de desenvolver iniciativas para reprojeto para uma indústria moveleira, considerando a redução de impactos ambientais, é possível perceber que diante dos objetivos propostos pela pesquisa, todos foram alcançados com êxito.

Para atender o primeiro objetivo, a construção do panorama do processo de fabricação, foi construído o fluxograma de processo com base nos levantamentos dos dados referentes às quantidades de materiais e tempos de processos apresentados no escopo deste trabalho.

A segundo objetivo, a realização da análise do ciclo de vida das três cadeiras, foi realizada com base nos dados coletados na empresa, materiais e processos e inseridos no *software* SimaPRO® onde, a partir do uso da curva ABC foi possível identificar a quantidade equivalente a 80% de impactos referentes à contribuição de inventário e de processos.

A realização da ACV das três cadeiras serviu, ainda, para comparar com o cenário proposto para o ano de 2013, onde houve uma redução na quantidade de materiais, resíduos e tempos de processo. O cenário de 2013 esteve em vantagem no que tange à quantidade de impacto ambiental emitido.

O terceiro objetivo, a proposta de um novo cenário para o ano de 2013, foi desenvolvida com o auxílio da ferramenta 5W2H, onde propostas puderam ser inseridas nas fases específicas do processo de desenvolvimento de produto.

Por fim, a comparação do cenário proposto com as cadeiras estudadas, foi realizada de forma a comprovar que, as iniciativas que foram propostas são um caminho mais curto para a redução da quantidade de impactos ambientais, através da redução da poluição gerada bem como a quantidade de materiais e resíduos decorrentes do processo. Embora o resultado satisfatório com o cenário proposto, as melhorias relativas ao meio ambiente devem ser trabalhadas de forma continuada.

Deste modo, a logística reversa, que é responsável pelo destino adequado de produtos após este não exercer mais suas funções originais, mostra-se como uma ferramenta de apoio em direção à sustentabilidade, porém, esta não deve ser lembrada apenas quando o produto retorna do seu consumidor final.

Assim sendo, dar um destino aos seus produtos após o ciclo de vida útil pode parecer uma ideia simples. Porém, este destino deve ser ambientalmente de acordo com legislações, o que torna o processo de retorno mais complexo.

Na análise dos modelos de desenvolvimento de produto, não houve evidência da preocupação com o produto após o mesmo estar ao final de seu ciclo de vida, o que mostra que o assunto ainda é pouco difundido neste meio.

É importante observar que poucos são os modelos que adotam atividades que favorecem o meio ambiente e, na grande maioria, a preocupação é apenas a retirada do produto do mercado, não ficando evidente o destino dado ao produto após a coleta.

Deste modo, pode-se considerar que nos modelos os requisitos ambientais são atendidos apenas em partes, ou seja, na preocupação com a coleta do produto, não existe uma descrição das possibilidades de destino após o retorno no produto, nem vestígios de um planejamento desde o começo do projeto para que o destino do produto seja encontrado de maneira mais eficaz. Esta estratégia de destinação final é possível com a implantação da logística reversa.

À medida que as necessidades ambientais tornam-se evidentes é preciso adaptar o processo de desenvolvimento de produto para atender a estas exigências. Para isso, faz-se essencial a adição de atividades de cunho ambiental no decorrer de todo o processo, desde os primeiros planejamentos.

Embora seja notável algumas iniciativas voltadas à preocupação com o meio ambiente e a logística reversa, percebe-se, também, que a relação da empresa estudo de caso o processo de desenvolvimento de produto é muito mais voltado para a área comercial e marketing.

Tal atitude por parte da empresa pode fazer com que os requisitos ambientais em particular menos considerados que outros requisitos do produto. Neste caso, considerados de maior importância.

Estas alterações ou iniciativas podem ser consideradas como sendo um reprojeto do produto, onde requisitos ambientais são incluídos desde a fase inicial do processo de desenvolvimento do produto, passando por todas as atividades posteriores, cada uma delas retirando ou substituindo aquelas atividades, materiais ou processos que podem ser nocivos ao meio ambiente.

Portanto, uma forma da empresa em estudo alavancar sua perspectiva da qualidade ambiental dos produtos, seria a inclusão das estratégias que compreendem as LiDS e os indicativos que se fizerem necessários.

Contudo, essa inclusão deve ser realizada considerando todas as etapas do ciclo de vida do produto, o que aumenta a possibilidade deste não causar tanto impacto ambiental e, ainda, facilita de maneira significativa na execução da logística reversa ao final da vida útil do produto.

6.1 TRABALHOS FUTUROS

Devido a importância do tema tratado nesta dissertação sugerem-se a seguir algumas possibilidades de trabalhos futuros.

Com a redução de dimensões de materiais e de resíduo, é notável uma redução nos custos para a empresa. Portanto, seria interessante demonstrar os resultados obtidos nessa pesquisa em relação à redução percentual de custos na fabricação do lote das cadeiras.

Apenas alguns materiais foram substituídos no processo, considerando que não houve análise físico-química dos mesmos. Para que os resultados pudessem ser mais próximos da realidade de empresa, sugere-se a realização de análises laboratoriais de cada um dos materiais.

A proposta de otimização no corte da madeira, se realizado com o auxílio de modelagem matemática pode reduzir ainda mais a quantidade de madeira utilizada no processo e, também, a quantidade de resíduo ao final do processo.

A pesquisa fez uso do conceito das LiDS para a elaboração das propostas e, indicou alternativas para apenas alguns dos indicativos propostos por essa ferramenta. Outras abordagens, poderiam ser utilizadas como parâmetros para propor melhorias, como por exemplo as sete ondas do Ecodesign (seleção de materiais com menor impacto ambiental; sistema de transporte; embalagem; consumo de energia, água e materiais auxiliares no ciclo de vida do produto; reutilização, reprocessamento e reciclagem do produto ou de seus componentes).

Poderia ser utilizado também o Projeto orientado a montagem (DfA) com o processo produtivo; o Projeto orientado a desmontagem (DfD) com a reciclagem ou

reutilização de peças e componentes, o Projeto orientado a manutenção (DfM) com a reposição de componentes e sistemas e aumento da vida útil e, por último, o Projeto orientado ao Meio Ambiente (DfE).

Por fim, como já mencionado, a melhoria na redução dos impactos ambientais é uma atitude cíclica que, deve ser analisada e melhorada constantemente. Uma situação interessante seria uma segunda proposta de melhoria, em cima dos resultados da primeira. Considerando que os 70% dos impactos iniciais foram reduzidos, este número agora é compreendido por outros impactos. Portanto, uma nova ACV minimizaria ainda mais a emissão de resíduos.

REFERÊNCIAS

ABIMCI – Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente. 2013

ABIMÓVEL - Associação Brasileira das Indústrias do Mobiliário. Panorama do Setor Moveleiro. 2013.

AHMED, A.; MCQUAID, R. W. **Entrepreneurship, management, and sustainable development**, World Review of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development 1(1). 2005.

ALLEN, R. **How to save the world: strategy for world conservation**. Barnes and Noble Books, 1980.

ANDRIANTIATSAHOLINIAINA, L. A.; KOUIKOGLU, V. S.; PHILLIS, Y. A. **Evaluating strategies for sustainable development: fuzzy logic reasoning and sensitivity analysis**. Elsevier Science, Ecological Economics, 2004.

ANDRADE, M. M. de. **Introdução à Metodologia do Trabalho Científico**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

ARAUJO, F. *et al.* **Triple Bottom Line: Um estudo sobre os indicadores divulgados nos balanços sócio-ambientais das empresas do setor de papel e celulose**, 2009.

BACK, N. *et al.* **Projeto Integrado de Produtos: Planejamento, Concepção e Modelagem**. São Paulo: Editora Manole, 2008.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**, São Paulo: Artmed Editora S.A. 2006.

BARRETO, R. J. **Incorporação da avaliação do ciclo de vida ao projeto do produto**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais. Universidade Federal Tecnológica do Paraná – UTFPR. Curitiba. 2007.

BAXTER, M. **Projeto de produto: Guia prático para o design de novos produtos**. 2. ed. rev. São Paulo: Edgard Blücher LTDA, 2000.

BITTENCOURT, A. C. P. – **Desenvolvimento de uma Metodologia de Reprojetado de Produto para o Meio Ambiente** – Florianópolis, Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, 2001.

BOA, A. C. *et al.* **Análise do Layout de uma Indústria Moveleira Localizada no Polo de Linhares**. Floresta e Ambiente. 2012.

BRASIL. [LEI Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.](#) Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, 2010.

CAMPOS, T. de. **Logística reversa**: Aplicação ao problema das embalagens da CEAGESP. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção), Escola Politécnica/USP. São Paulo: 2006.

CARVALHO, P. G. C. A. **Aplicação do programa SimaPRO® na avaliação do impacto ambiental causado na produção e exploração offshore de petróleo.** Projeto Final de Curso – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2008.

CHESNEAU, J. B.; LE NET, E.; BERG, S. **A transport tool to evaluate sustainability impacts of transport processes within the Forest Wood Chain.** European Journal of Forest Research. 2012.

CHING, H. Y. **Gestão de Estoques na Cadeia de Logística Integrada**: Supply Chain, São Paulo: Atlas. CLRB. 1999.

CHRISTEN, M.; SCHMIDT, S. **A formal framework for conceptions of sustainability** – A theoretical contribution to the discourse in sustainable development. Published online in Wiley Online Library. Sustainable Development. 2011.

CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. **Product Development Performance**: Strategy, Organization and Management in the World Auto Industry. Boston: Harvard Business School Press, 1991.

CLARK, W. C.; MUNN, R. E. **Sustainable development of the biosphere.** Cambridge University Press, 1986.

CLRB - Conselho de Logística Reversa no Brasil, 2011.

COELHO, M. H.; EMERENCIANO, D. B. **Estratégias empresariais da indústria moveleira do polo moveleiro de são bento do sul/sc**: um estudo de caso. Revista Paranaense De Desenvolvimento, Curitiba, n.116. 2009.

COLTRO, Leda. **Avaliação do Ciclo de Vida como Instrumento de Gestão.** CETEA/ITAL. Campinas, SP, 2007.

CORSWANT, F., TUNALV, C. **Coordinating customers and proactive suppliers**: A case study of supplier collaboration in product development: Journal of Engineering and Technology Management, v19, 2002.

COSTA, G. J.; GOUVINHAS, R. P. **As estratégias de ecodesign e o processo de desenvolvimento de produto em pequenas e médias empresas do nordeste e sudeste do Brasil**: um estudo comparativo. Gramado: Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. 2003.

COUTINHO, L. *et al.* **Design na indústria brasileira de móveis**. Curitiba: Alternativa, 2001.

CSIL. Centre of Industrial Studies. **World Furniture Market Outlook 2011**. 2011.

CURRAN, M. A. **The History of LCA**. Environmental Life Cycle Assessment. Cap. 1. McGraw Hill. 1996.

DIAS, M. A. P. - Administração de Materiais: resumo da teoria, questões de revisão, exercícios, estudos de casos. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

DUARTE, T. **Possibilidade da investigação a 3: reflexões sobre triangulação (metodológica)**. Lisboa, Portugal. Cies e-working paper n.º 60/2009.

ELKINGTON, J. **Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business**. New Society Publishers, 1998.

ESTY, D. C.; WINSTON, A. S. **Green to gold: How smart companies use environmental strategy to innovate, create value, and build competitive advantage**. New Haven: Yale University Press, 2009.

FAVA, J. A. *et al.* A Conceptual Framework For Life Cycle Impact Assessment. Workshop Report. Sandestin, Florida: SETAC and SETAC Foundation for Environmental Education, 1993.

FONTINELE, G. A. A. **Avaliação social do ciclo de vida de produto: Desenvolvimento de fichas metodológicas que possibilitem a pesquisa de indicadores para as subcategorias de impacto da parte interessada Trabalhador**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais. Universidade Federal Tecnológica do Paraná – UTFPR. Curitiba. 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas em pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

_____. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GORINI, A. P. F. **Panorama do setor moveleiro no Brasil, com ênfase na competitividade externa a partir do desenvolvimento da cadeia industrial de produtos sólidos de madeira**. São Paulo: BNDES, 1999.

GUARNIERI, P. **Logística Reversa: em busca do equilíbrio econômico e ambiental**. Recife: Clube de autores, 2011.

HARLOW, J.; GOLUB, A.; ALLENBY, B. **A review of utopian themes in sustainable development discourse**. Sustainable Development. Published online in Wiley Online Library. 2011.

HORBERRY, J. A. J. **Development Assistance and the Environment**. Ph.D. Dissertation, Massachusetts Institute of Technology. Cambridge Massachusetts. 1984.

HUTCHINS, M. J.; SUTHERLAND J. W. **An exploration of measures of social sustainability and their application to supply chain decisions.** Journal of Cleaner Production, Volume 16, Issue 15. 2008.

IEMI – Instituto de Estudos e Marketing Industrial. 2013

IPEA/ CEMPRE. Economia da reciclagem. Workshop Rio de Janeiro, 1995

ISO 14040. **Environmental Management** – Life Cycle Assessment – Principles and Framework. International Organization of Standardization, Geneva, Switzerland. 1997.

ISO 14044. Environmental Management - Life Cycle Assessment - Requirements and Guidelines. International Organization of Standardization, Geneva, Switzerland. 2006.

JACOBI, P., **Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade, Cadernos de Pesquisa**, n.118, Scielo Brasil. 2003.

KAJIKAWA, Y. **Research core and framework of sustainability science.** Sustainability Science. 2008.

KEOLEIAN, G. A., MENERAY, D. **Sustainable Development by Design:** Review of Life Cycle Design and Related Approaches. Journal of Air and Waste Management. 1994.

KOTLER, P. Marketing management: analysis, planning, implementation, and

KUMAR, S., MALEGEANT, P. **Strategic alliance in a closed-loop supply chain, a case of manufacturer and eco-non-profit organization.** Technovation. 2005.

KUO, T., HUANG, S. H., ZHANG, H. C. **Design for manufacture and design for "X": concepts, applications, and perspectives.** Computers & Industrial Engineering. 2001.

LEITE, P. R. **Logística reversa:** Nova área da logística empresarial. Revista Tecnológica –. São Paulo: Edit. Publicare. 2002.

_____. Logística reversa – Panorama brasileiro 2004. Revista Tecnológica. 2004.

_____. Logística Reversa – Meio Ambiente e Competitividade, 2º ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall. 2009.

LEITE, D. C. **Codesenvolvimento:** um estudo de caso sobre a participação do fornecedor no processo de desenvolvimento de produto na indústria automotiva brasileira. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais. Universidade Federal Tecnológica do Paraná – UTFPR. Curitiba. 2011.

LEMOS, H. M. **As indústrias e o desenvolvimento sustentável**. Organizações Sustentáveis: Contribuições à excelência da gestão. Orgs. ANDRADE *et al.* ABEPRO. Niterói. 2005.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 6 ed. São Paulo: Editora Atlas S.A. 2007.

MARGARIDO, A. R. A. **Responsabilidade Social das Organizações e sustentabilidade**: Uma abordagem Triple Bottom Line. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa. 2006.

MARTINS, M. F. *et al.* **Um estudo de caso de co-design em um ambiente de condomínio indústria**. Gramado: IV Congresso Brasileiro de Gestão e Desenvolvimento de Produtos. 2003.

MORAN, D. D. *et al.* **Measuring sustainable development** — Nation by nation. Journal of ecological economics. 2008.

O'CONNOR, F.; BLYTHE, D. **Designing Environmental Considerations in to Products** – A Novel Qualitative Life Cycle Approach. IEEE. 1997.

OLUGU, E. U., WONG, K. Y., SHAHAROUN A. M. **Development of key performance measures for the automobile green supply chain**. Resources, Conservation and Recycling. 2010.

PAHL, G., BEITZ, W. **Engineering Design**: a systematic approach. London: Springer-Verlog. 1996.

PARRIS, T., KATES, R. **Characterizing and measuring sustainable development**. Annual Review of Environment and Resources. 2003.

PEREIRA, A. L. *et al.* **Logística reversa e sustentabilidade**. São Paulo: Cengage Learning. 2012.

PINTO, C. V. - **Organização e Gestão da Manutenção**. 2. ed. Lisboa: Edições Monitor, 2002.

PRAHINSKI, C., KOCABASOGLU, C. **Empirical research opportunities in reverse supply chains**, Omega, Vol. 34 No. 6. 2006.

REZENDE, A. J. *et al.* **A logística reversa como instrumento de controle gerencial**: Uma aplicação no segmento de distribuição de matérias-primas farmacêuticas. XXVIII Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Administração, ENANPAD. 2004.

REZENDE, D. S., GIRÃO, E. F. **Sustentabilidade**: Breve Histórico e Aplicação no Brasil. III Congresso Nacional de Excelência em Gestão (CNGE) – Niterói- RJ, 2006.

RICHARDSON, R. J. *et al.* **Pesquisa social: métodos e técnicas.** São Paulo: Atlas, 1999.

RLEC - Reverse Logistics Executive Council, 2011.

RODRIGUES, D. F. *et al.* **Logística reversa** – conceitos e componentes do Sistema. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba. 2002.

ROGERS, D. S., TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going Backwards:** Reverse Logistics Trends and Practices. Published by the Reverse Logistics Executive Council (RLEC), PA. 1999.

ROOZENBURG, N. F. M., EEKELS, J. Product desing: fundamentals and methods.

ROZENFELD, H. *et al.* **Gestão de desenvolvimento de produtos:** Uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva .2006.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XX.** São Paulo: Studio Nobel/Fundap. 1993.

SARKIS, J., HELMS, M. M., HERVANI, A. A.; **Reverse logistics and social sustainability.** Corporate Social Responsibility and Environmental Management. v.7, ed.9. 2010.

SCHNEIDER, V. E. *et al.* Gerenciamento ambiental na indústria moveleira – estudo de caso no município de Bento Gonçalves. XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção - Ouro Preto, MG, Brasil, 2003.

SCHRAMM, W. **Notes on case studies of instructional media projects.** Working paper, the Academy for Educational Development, Washington, DC. 1971.

SLACK, N., CHAMBERS, S., JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** 2.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SUSTAINABILITY. **Sustainability Tomorrow's Value.** Disponível em: www.sustainability.com. 2006.

TEECE, D. J. **Dynamics capabilities and strategic management.** New York: Oxford University Press. 2009.

UGAYA, C. M. L. **Análise de ciclo de vida de produtos:** estudo de caso para materiais e componentes em automóveis no Brasil. Tese de doutorado. 2001.

WCED (World Commission on Environment and Development). **Our Common Future.** Oxford University Press, Oxford. 1987.

WEINGAERTNER, C., MOBERG, A. **Exploring social sustainability:** Learning from perspectives on urban development and companies and products. Sustainable Development Published online in Wiley Online Library. 2011.

YIN, R. K. **Estudo de caso planejamento e métodos**. 2 ed. Porto Alegre:Bookman
2001

APÊNDICE A

- 1) Qual é a quantidade de materiais usados na fabricação das cadeiras A, B e C?
- 2) Quais são os processos executados na fabricação das cadeiras A, B e C?
- 3) Quais são os tempos relativos a esses processos?
- 4) Quais são as principais diferenças entre as características das cadeiras A, B e C?
- 5) Quais são as medidas das matérias primas, Madeira maciça, MDF e Tecido?
- 6) Quais são as dimensões dos componentes de cada uma das cadeiras?
- 7) Qual é o numero de aproveitamento de cada uma das meterias primas?
- 8) Quais são as iniciativas voltadas para o meio ambiente executadas pela empresa?
- 9) Quais são as principais diferenças entre a fabricação das cadeiras nos de 2010 e 2012?
- 10) Qual é o plano de corte utilizado pela empresa?
- 11) Com que freqüência são realizados os estudos para substituição de materiais?
- 12) Qual é o destino dado aos resíduos provenientes da produção?
- 13) Qual é a quantidade de energia utilizada no processo de fabricação?
- 14) Qual é a quantidade de água utilizada no processo de fabricação?
- 15) Quais são as praticas de logística reversa que a empresa já executa?

QUESTÕES UTILIZADAS PARA ENTREVISTA

APÊNCICE B

CADEIRA A	2010			2012		
Componente	Processo	min	hr	proc	min	hr
PERNA TRASEIRA	beneficiamento	54,2	0,9	beneficiamento	45,45	0,758
	corte	268	4,47	corte	200	3,333
	lixamento	241	4,02	lixamento	400	6,667
PERNA DIANTEIRA	beneficiamento	54,2	0,9	beneficiamento	45,45	0,758
	corte	60	1	corte	35	0,583
	lixamento	143	2,38	lixamento	200	3,333
TRAVERSA ESPALDAR	beneficiamento	54,2	0,9	beneficiamento	45,45	0,758
	corte	42	0,7	corte	40	0,667
	lixamento	37	0,62	lixamento	96	1,6
TRAVERSA TRASEIRA	beneficiamento	54,2	0,9	beneficiamento	45,45	0,758
	corte	12	0,2	corte	100	1,667
	lixamento	37	0,62	lixamento	20	0,333
TRAVERSA TRASEIRA INFERIOR	beneficiamento	54,2	0,9	beneficiamento	45,45	0,758
	corte	10	0,17	corte	28	0,467
	lixamento	37	0,62	lixamento	48	0,8
TRAVERSA DIANTEIRA	beneficiamento	54,2	0,9	beneficiamento	45,45	0,758
	corte	10	0,17	corte	15	0,25
	lixamento	37	0,62	lixamento	48	0,8
TRAVERSA LATERAL	beneficiamento	54,2	0,9	beneficiamento	45,45	0,758
	corte	20	0,33	corte	15	0,25
	lixamento	76	1,27	lixamento	96	1,6
TRAVERSA LATERAL INFERIOR	beneficiamento	54,2	0,9	beneficiamento	45,45	0,758
	corte	20	0,33	corte	15	0,25
	lixamento	76	1,27	lixamento	60	1
CANTONEIRA	beneficiamento	54,2	0,9	beneficiamento	45,45	0,758
	corte			corte	64	1,067
	lixamento			lixamento		
ASSENTO	beneficiamento	69	1,15	beneficiamento	45,45	0,758
	corte			corte	36	0,6
	lixamento	17	0,28	lixamento	8	0,133
ESPALDAR MÓVEL	beneficiamento	54,2	0,9	beneficiamento	60	1
	corte	45	0,75	corte	50,4	0,84
	lixamento	40	0,67	lixamento	180	3
PINTURA CADEIRA	pintura	1015	16,9	pintura	480	8
	lixamento	405	6,75	lixamento	405	6,75

TEMPOS DOS PROCESSOS CADEIRA A

CADEIRA A 2010							
QUANT/LOTE	Componente	Comp	Larg	Esp	Vol peça	Vol lote	Kg
40	perna traseira	0,832	0,078	0,028	0,0018	0,0727	29,0734
20	travessa traseira	0,448	0,064	0,028	0,0008	0,0161	6,4225
80	cantoneira	0,15	0,055	0,028	0,0002	0,0185	7,3920
40	perna dianteira	0,416	0,058	0,028	0,0007	0,0270	10,8093
10	trav traz inf (2 por largura)	0,448	0,064	0,028	0,0008	0,0080	3,2113
20	trav espaldar	0,448	0,032	0,02	0,0003	0,0057	2,2938
20	trav lateral inf (2 por largura)	0,348	0,064	0,02	0,0004	0,0089	3,5635
40	trav lat	0,348	0,064	0,02	0,0004	0,0178	7,1270
20	trav frontal	0,388	0,064	0,02	0,0005	0,0099	3,9731
						0,1847	73,8660
14	3x0,1x0,04	3,00	0,1	0,04	0,0120	0,1680	67,2000
16	3x0,075x0,04	3,00	0,075	0,04	0,0090	0,1440	57,6000
15	3x0,075x0,026	3,00	0,075	0,026	0,0059	0,0878	35,1000
						0,3998	159,9
Cepilho						0,2151	86,034
CADEIRA A 2012							
QUANT/LOTE	Componente	Comp	Larg	Esp	Vol peça	Vol lote	Kg
40	perna traseira	0,832	0,078	0,028	0,0018	0,0727	29,0734
20	travessa traseira	0,448	0,064	0,028	0,0008	0,0161	6,4225
80	cantoneira	0,15	0,055	0,028	0,0002	0,0185	7,3920
40	perna dianteira	0,416	0,058	0,028	0,0007	0,0270	10,8093
10	trav traz inf (2 por largura)	0,448	0,064	0,028	0,0008	0,0080	3,2113
20	trav espaldar	0,448	0,032	0,02	0,0003	0,0057	2,2938
20	trav lateral inf (2 por largura)	0,348	0,064	0,02	0,0004	0,0089	3,5635
40	trav lat	0,348	0,064	0,02	0,0004	0,0178	7,1270
20	trav frontal	0,388	0,064	0,02	0,0005	0,0099	3,9731
						0,1847	73,8660
14	3x0,1x0,04	3,00	0,100	0,04	0,0120	0,1680	67,2000
12	3x0,075x0,04	3,00	0,075	0,04	0,0090	0,1080	43,2000
14	3x0,075x0,026	3,00	0,075	0,026	0,0059	0,0819	32,7600
						0,3579	143,16
Cepilho						0,1732	69,294

QUANTIDADE DE MADEIRA CADEIRA A

CADEIRA A		
MATERIAL (kg)	2010	2012
FUNDO ACABENTO PU/ tingidor	4,08	
FUNDO ACABENTO ÁGUA/ tingidor		4,08
LIXA (FOLHA 220,320,60,150)	0,02497	0,02497
MATERIAIS MONTAGEM (peneira, rolo esp, parafuso)	0,5	0,5
COLA	2,3	2,3
GRAMPO	0,27	0,231
ESPUMA dens 100	11,6	11,6
TECIDO (corino)	2,339*10-8	2,339*10-8
CAIXA (4 CAD)	93,19	93,19
MATERIAL EMBALAGEM (fita gomada, fitilho, isomanta, stretch, papel mant)	3,6276	3,6186
PAPELÃO CORRUGADO	1,944	1,944
MADEIRA MACIÇA	155,4	126,6
ÁGUA	8147,6	8147,6
MDF (assento, espaldar)	32,03	20,6

MATERIAIS CADEIRA A

2010	Nec.	Comp	larg	esp	m³/lote	kg
ESPALDAR	80	0,52	0,23	0,003	0,0287	20,8104
Chapa espaldar	2	2,75	2,13	0,003	0,03515	25,480125
resíduo espaldar					0,00644	4,669725
ASSENTO	20	0,44	0,44	0,004	0,01549	11,2288
Chapa assento	1	2,75	1,83	0,004	0,02013	14,59425
Resíduo assento					0,00464	3,36545
2012	nec.	comp	larg	esp	m³/lote	kg
ESPALDAR	40	0,47	0,23	0,003	0,01297	9,4047
Chapa espaldar	2	1,22	2,44	0,003	0,01786	12,94908
resíduo espaldar					0,00489	3,54438
ASSENTO	20	0,44	0,44	0,004	0,01549	11,2288
Chapa assento	2	1,22	2,44	0,004	0,02381	17,26544
Resíduo assento					0,00833	6,03664
2010-2012		comp	larg	esp	m³/lote	kg
TECIDO	20	0,57	0,57	0,002	0,0156	2,3393E-08
Bobina		5,8	1,4	0,002	0,01949	2,9232E-08
Resíduo corino					0,00389	5,8392E-09

QUANTIDADE DE MDF CADEIRA A

CADEIRA B	2010			2012		
Comp	Processo	min	hr	proc	min	hr
PERNA TRASEIRA	beneficiamento	92,66	1,54	beneficiamento	77,7	1,295
	corte	107,20	1,79	corte	80	1,333
	lixamento	149,42	2,49	lixamento	248	4,133
PERNA DIANTEIRA	beneficiamento	92,66	1,54	beneficiamento	77,7	1,295
	corte	60,00	1	corte	35	0,583
	lixamento	154,44	2,57	lixamento	216	3,6
TRAVESSA ESPALDAR	beneficiamento	92,66	1,54	beneficiamento	77,7	1,295
	corte			corte		
	lixamento			lixamento		
TRAVESSA TRASEIRA	beneficiamento	92,66	1,54	beneficiamento	77,7	1,295
	corte	2,40	0,04	corte	20	0,333
	lixamento	185,00	3,08	lixamento	100	1,667
TRAVESSA TRASEIRA INFERIOR	beneficiamento	92,66	1,54	beneficiamento	77,7	1,295
	corte	7,14	0,12	corte	20	0,333
	lixamento	37,00	0,62	lixamento	48	0,8
TRAVESSA DIANTEIRA	beneficiamento	92,66	1,54	beneficiamento	77,7	1,295
	corte	10,00	0,17	corte	15	0,25
	lixamento	37,00	0,62	lixamento	48	0,8
TRAVESSA LATERAL	beneficiamento	92,66	1,54	beneficiamento	77,7	1,295
	corte	20,00	0,33	corte	15	0,25
	lixamento	95,00	1,58	lixamento	120	2
TRAVESSA LATERAL INFERIOR	beneficiamento	92,66	1,54	beneficiamento	77,7	1,295
	corte	20,00	0,33	corte	15	0,25
	lixamento	60,80	1,01	lixamento	48	0,8
CANTONEIRA	beneficiamento	92,66	1,54	beneficiamento	77,7	1,295
	corte			corte		
	lixamento			lixamento		
ASSENTO	beneficiamento			beneficiamento		
	corte			corte	46	0,767
	lixamento	42,50	0,71	lixamento	20	0,333
ESPALDAR MÓVEL	beneficiamento		0	beneficiamento		0
	corte		0	corte		0
	lixamento		0	lixamento		0
PINTURA CADEIRA	pintura	260	4,33	pintura	260	4,333
	lixamento	1180	19,7	lixamento	1180	19,67

TEMPOS DOS PROCESSOS CADEIRA B

CADEIRA B 2010							
QUANT/LOTE	Componente	Comp	Larg	Esp	Vol peça	Vol lote	Kg
40	perna traseira	0,832	0,078	0,028	0,0018	0,0727	29,0734
20	travessa traseira	0,448	0,064	0,028	0,0008	0,0161	6,4225
80	cantoneira	0,15	0,055	0,028	0,0002	0,0185	7,3920
40	perna dianteira	0,416	0,06	0,028	0,0007	0,0280	11,1821
10	trav traz inf (2 por largura)	0,448	0,064	0,028	0,0008	0,0080	3,2113
20	trav lateral inf (2 por largura)	0,348	0,064	0,02	0,0004	0,0089	3,5635
40	trav lat	0,348	0,064	0,02	0,0004	0,0178	7,1270
20	trav frontal	0,388	0,064	0,02	0,0005	0,0099	3,9731
						0,1799	71,9450
14	3x0,09x0,037	3,00	0,09	0,037	0,0100	0,1399	55,9440
16	3x0,075x0,037	3,00	0,075	0,037	0,0083	0,1332	53,2800
11	3x0,075x0,025	3,00	0,075	0,025	0,0056	0,0619	24,7500
						0,3349	133,974
	Cepilho					0,1551	62,02904
CADEIRA B 2012							
QUANT/LOTE	Componente	Comp	Larg	Esp	Vol peça	Vol lote	Kg
40	perna traseira	0,832	0,078	0,028	0,0018	0,0727	29,0734
20	travessa traseira	0,448	0,064	0,028	0,0008	0,0161	6,4225
80	cantoneira	0,15	0,055	0,028	0,0002	0,0185	7,3920
40	perna dianteira	0,416	0,06	0,028	0,0007	0,0280	11,1821
10	trav traz inf (2 por largura)	0,448	0,064	0,028	0,0008	0,0080	3,2113
20	trav lateral inf (2 por largura)	0,348	0,064	0,02	0,0004	0,0089	3,5635
40	trav lat	0,348	0,064	0,02	0,0004	0,0178	7,1270
20	trav frontal	0,388	0,064	0,02	0,0005	0,0099	3,9731
						0,1799	71,9450
14	3x0,09x0,037	3,00	0,09	0,037	0,0100	0,1399	55,9440
12	3x0,075x0,037	3,00	0,075	0,037	0,0083	0,0999	39,9600
11	3x0,075x0,025	3,00	0,075	0,025	0,0056	0,0619	24,7500
						0,3016	120,654
	Cepilho					0,1218	48,70904

QUANTIDADE DE MADEIRA CADEIRA B

CADEIRA B		
MATERIAL	2010	2012
FUNDO ACABENTO PU/ tingidor	4,5	
FUNDO ACABENTO ÁGUA/ tingidor		4,5
LIXA (FOLHA 220,320,60,150)	0,02497	0,02497
MATERIAIS MONTAGEM (peneira, rolo esp, parafuso)	0,5	0,5
COLA	1,15	1,15
GRAMPO	0,191	0,191
ESPUMA dens 100	17,38	17,38
TECIDO (corino)	2,9232E-08	2,9E-08
CAIXA (4 CAD)	93,19	93,19
MATERIAL EMBALAGEM (fita gomada, fitilho, isomanta, stretch, papel mant)	3,6276	3,6186
PAPELÃO CORRUGADO	2,016	1,69
MADEIRA MACIÇA	133,97	120,65
ÁGUA	8147,6	8147,6
MDF (assento, espaldar)	65,55	43,16
MATERIAIS CADEIRA B		

2010	nec.	comp	larg	esp	m³/lote	kg
ESPALDAR	80	0,52	0,23	0,006	0,057408	41,6208
Chapa espaldar	2	2,75	2,13	0,006	0,07029	50,96025
resíduo espaldar					0,012882	9,33945
ASSENTO	20	0,44	0,44	0,004	0,015488	11,2288
Chapa assento	1	2,75	1,83	0,004	0,02013	14,59425
Resíduo assento					0,004642	3,36545
2012	nec.	comp	larg	esp	m³/lote	kg
ESPALDAR	40	0,45	0,26	0,006	0,02808	20,358
Chapa espaldar	2	1,22	2,44	0,006	0,0357216	25,89816
resíduo espaldar					0,0076416	5,54016
ASSENTO	20	0,43	0,43	0,004	0,014792	10,7242
Chapa assento	2	1,22	2,44	0,004	0,0238144	17,26544
Resíduo assento					0,0090224	6,54124
2010-2012		comp	larg	esp	m³/lote	kg
TECIDO	20	0,57	0,57	0,0024	0,0155952	2,33928E-08
Bobina		5,8	1,4	0,0024	0,019488	2,9232E-08
Resíduo corino					0,0038928	5,8392E-09

QUANTIDADE DE MDF CADEIRA B

CADEIRA C	2010			2012		
Comp	Processo	min	hr	proc	min	hr
PERNA TRASEIRA	beneficiamento	84	1,4	beneficiamento	70,4	1,17
	corte	107	1,8	corte	80	1,33
	lixamento	149	2,5	lixamento	248	4,13
PERNA DIANTEIRA	beneficiamento	84	1,4	beneficiamento	70,4	1,17
	corte	60	1	corte	35	0,58
	lixamento	154	2,6	lixamento	216	3,6
TRAVESSA ESPALDAR	beneficiamento	84	1,4	beneficiamento	70,4	1,17
	corte	53	0,9	corte	50	0,83
	lixamento	37	0,6	lixamento	96	1,6
TRAVESSA TRASEIRA	beneficiamento	84	1,4	beneficiamento	70,4	1,17
	corte	9,6	0,2	corte	80	1,33
	lixamento	185	3,1	lixamento	100	1,67
TRAVESSA TRASEIRA INFERIOR	beneficiamento	84	1,4	beneficiamento	70,4	1,17
	corte	7,1	0,1	corte	20	0,33
	lixamento	37	0,6	lixamento	48	0,8
TRAVESSA DIANTEIRA	beneficiamento	84	1,4	beneficiamento	70,4	1,17
	corte	10	0,2	corte	15	0,25
	lixamento	37	0,6	lixamento	48	0,8
TRAVESSA LATERAL	beneficiamento	84	1,4	beneficiamento	70,4	1,17
	corte	20	0,3	corte	15	0,25
	lixamento	95	1,6	lixamento	120	2
TRAVESSA LATERAL INFERIOR	beneficiamento	84	1,4	beneficiamento	70,4	1,17
	corte	20	0,3	corte	15	0,25
	lixamento	61	1	lixamento	48	0,8
CANTONEIRA	beneficiamento	84	1,4	beneficiamento	70,4	1,17
	corte			corte		
	lixamento			lixamento		
ASSENTO	beneficiamento			beneficiamento		
	corte			corte	46	0,77
	lixamento	43	0,7	lixamento	20	0,33
ESPALDAR	beneficiamento	64	1,1	beneficiamento	70,4	1,17
	corte			corte		
	lixamento			lixamento		
PINTURA CADEIRA	pintura	795	13	pintura	260	4,33
	lixamento	860	14	lixamento	860	14,3

TEMPOS DOS PROCESSOS CADEIRA C

CADEIRA C 2010							
QUANT/LOTE	Componente	Comp	Larg	Esp	Vol peça	Vol lote	Kg
40	perna traseira	0,832	0,078	0,028	0,0018	0,0727	29,0734
20	travessa traseira	0,38	0,064	0,028	0,0007	0,0136	5,4477
80	cantoneira	0,15	0,055	0,028	0,0002	0,0185	7,3920
40	perna dianteira	0,416	0,058	0,028	0,0007	0,0270	10,8093
10	trav traz inf (2 por largura)	0,38	0,064	0,028	0,0007	0,0068	2,7238
20	trav espaldar	0,38	0,032	0,02	0,0002	0,0049	1,9456
20	trav lateral inf (2 por largura)	0,32	0,032	0,02	0,0002	0,0041	1,6384
40	trav lat	0,32	0,064	0,02	0,0004	0,0164	6,5536
20	trav frontal	0,32	0,064	0,02	0,0004	0,0082	3,2768
						0,1722	68,8607
14	3x0,09x0,04	3,00	0,09	0,04	0,0108	0,1512	60,4800
15	3x0,075x0,04	3,00	0,075	0,04	0,0090	0,1350	54,0000
14	3x0,075x0,026	3,00	0,075	0,02	0,0045	0,0630	25,2000
						0,3492	139,68
Cepilho						0,1770	70,8193
CADEIRA C 2012							
QUANT/LOTE	Componente	Comp	Larg	Esp	Vol peça	Vol lote	Kg
40	perna traseira	0,832	0,078	0,028	0,0018	0,0727	29,0734
20	travessa traseira	0,38	0,064	0,028	0,0007	0,0136	5,4477
80	cantoneira	0,15	0,055	0,028	0,0002	0,0185	7,3920
40	perna dianteira	0,416	0,058	0,028	0,0007	0,0270	10,8093
10	trav traz inf (2 por largura)	0,38	0,064	0,028	0,0007	0,0068	2,7238
20	trav espaldar	0,38	0,032	0,02	0,0002	0,0049	1,9456
20	trav lateral inf (2 por largura)	0,32	0,064	0,02	0,0004	0,0082	3,2768
40	trav lat	0,32	0,064	0,02	0,0004	0,0164	6,5536
20	trav frontal	0,32	0,064	0,02	0,0004	0,0082	3,2768
						0,1762	70,4991
14	3x0,09x0,04	3,00	0,09	0,04	0,0108	0,1512	60,4800
12	3x0,075x0,04	3,00	0,075	0,04	0,0090	0,1080	43,2000
12	3x0,075x0,026	3,00	0,075	0,02	0,0045	0,0540	21,6000
						0,3132	125,28
Cepilho						0,1370	54,7809

QUANTIDADE DE MADEIRA CADEIRA C

CADEIRA C		
MATERIAL	2010	2012
FUNDO ACABENTO PU/ tingidor	0,3	
FUNDO ACABENTO ÁGUA/ tingidor		0,3
LIXA (FOLHA 220,320,60,150)	0,025	0,025
MATERIAIS MONTAGEM (peneira, rolo esp, parafuso)	0,45	0,45
COLA	0,92	0,92
GRAMPO	0,191	0,191
ESPUMA dens 100	9,6	9,6
TECIDO (corino)	2E-08	2E-08
CAIXA (4 CAD)	74,66	74,66
MATERIAL EMBALAGEM (fita gomada, fitilho, isomanta, stretch, papel mant)	3,6186	3,6186
PAPELÃO CORRUGADO	1,819	1,521
MADEIRA MACIÇA	139,28	125,28
ÁGUA	8147,6	8147,6
MDF (assento, espaldar)	65,55	43,16
MATERIAIS CADEIRA C		

2010	nec.	comp	larg	esp	m³/lote	kg
ESPALDAR	80	0,52	0,23	0,006	0,057408	41,6208
Chapa espaldar	2	2,75	2,13	0,006	0,07029	50,96025
resíduo espaldar					0,012882	9,33945
ASSENTO	20	0,4	0,37	0,004	0,01184	8,584
Chapa assento	1	2,75	1,83	0,004	0,02013	14,59425
Resíduo assento					0,00829	6,01025
2012	nec.	comp	larg	esp	m³/lote	kg
ESPALDAR	40	0,45	0,26	0,006	0,02808	20,358
Chapa espaldar	2	1,22	2,44	0,006	0,035722	25,89816
resíduo espaldar					0,007642	5,54016
ASSENTO	20	0,4	0,37	0,004	0,01184	8,584
Chapa assento	2	1,22	2,44	0,004	0,023814	17,26544
Resíduo assento					0,011974	8,68144
2010-2012		comp	larg	esp	m³/lote	kg
TECIDO	20	0,49	0,46	0,0024	0,010819	1,62E-08
Bubina		3,5	1,4	0,0024	0,01176	1,76E-08
Resíduo corino					0,000941	1,41E-09

QUANTIDADE DE MDF CADEIRA C

MATERIAL/PROCESSO	EQUIVALENCIA SIMAPRO®
Madeira maciça	Sawn lumber, hardwood, rough, green, at sawmill, NE-NC/kg/RNA
Beneficiamento	Chopper, stationary, electric/RER/I S
Mdf	Wood, MDF, purchased, combusted in industrial boiler/kg/RNA
Corino	Polyester resin, unsaturated, at plant/RER S
Cola	Dummy_Glue-adhesive(30-50% terpene,30-50% polybutene,5-10% polyolefin), at plant/US
Papelão corrugado	Packaging, corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER S
Duratex	Wood, MDF, purchased, combusted in industrial boiler/kg/RNA
Lamina de eucalipto	Wood, MDF, purchased, combusted in industrial boiler/kg/RNA
Fundo acabamento pu	Alkyd resin, long oil, 70% in white spirit, at plant/RER S
Caixa	SITC-64, paper, paperboard and articles of paper pulp, of paper or of paperboard, import/kg/CH S
Lixamento	Chopper, stationary, electric/RER/I S
Corte	Chopper, stationary, electric/RER/I S
Espuma	polyurethane flexible foam
Fundo acabamento água	Alkyd resin, long oil, 70% in white spirit, at plant/RER S
Pintura	Automotive painting, top coat, per vehicle/RNA

EQUIVALENCIA DOS MATERIAS COM BASE DE DADOS SIMAPRO

Densidade dos materiais	unidade
FUNDO ACABENTO PU/ tingidor	1kg/l
FUNDO ACABENTO ÁGUA/ tingidor	1kg/l
LIXA (FOLHA 220,320,60,150)	0,0011 kg/uni
MATERIAIS MONTAGEM (peneira, rolo esp, parafuso)	-
COLA	1,15kg/l
GRAMPO	0,0084gr/uni
ESPUMA dens 100	
TECIDO (corino)	1,5mg/m³
CAIXA (4 CAD)	338kg/m³
MATERIAL EMBALAGEM (fita gomada, fitilho, isomanta, stretch, papel mant)	-
PAPELÃO CORRUGADO	60kg/m³
MADEIRA MACIÇA	400kg/m³
MDF (assento, espaldar)	725kg/m³
ÁGUA	1000kg/m³

DENSIDADE DOS MATERIAIS

APÊNDICE C

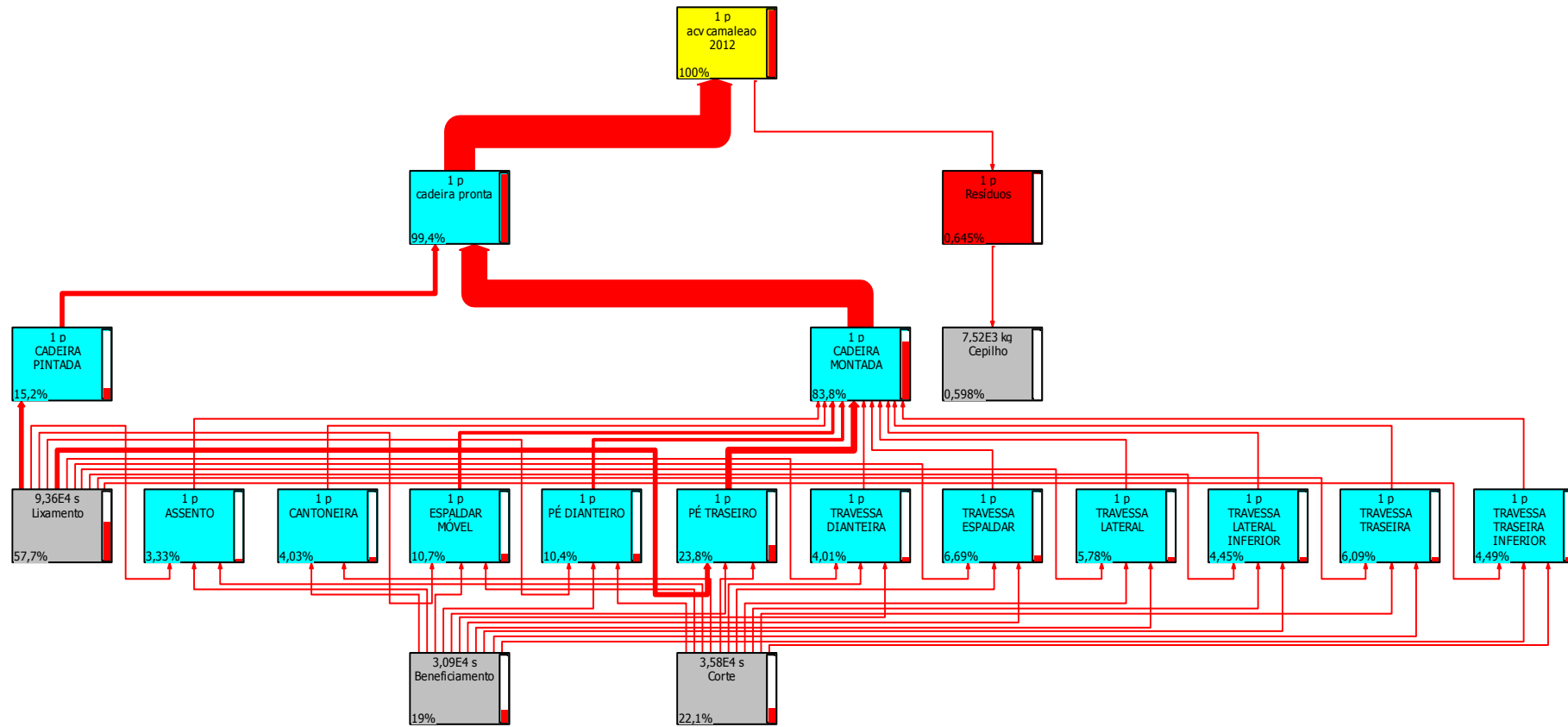


GRÁFICO DE REDE CADEIRA A 2012

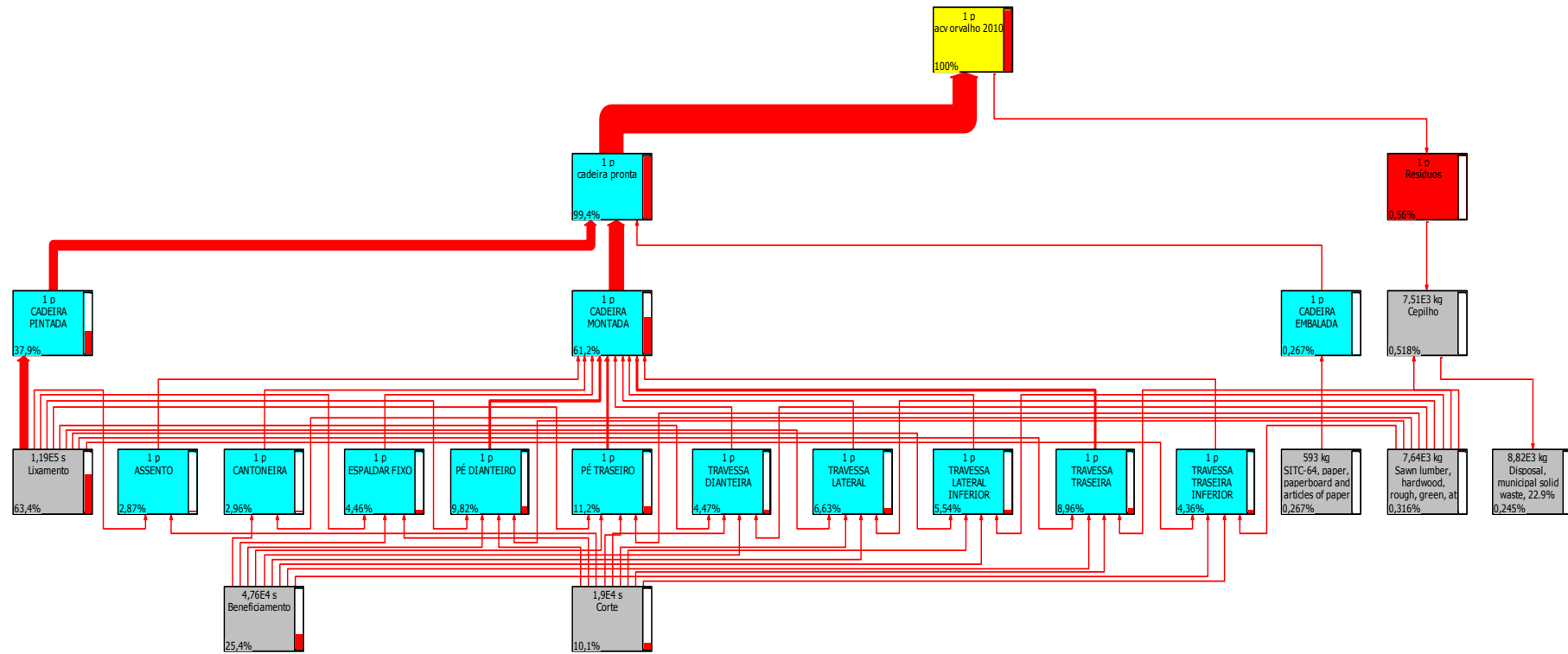


GRÁFICO DE REDE CADEIRA B 2010

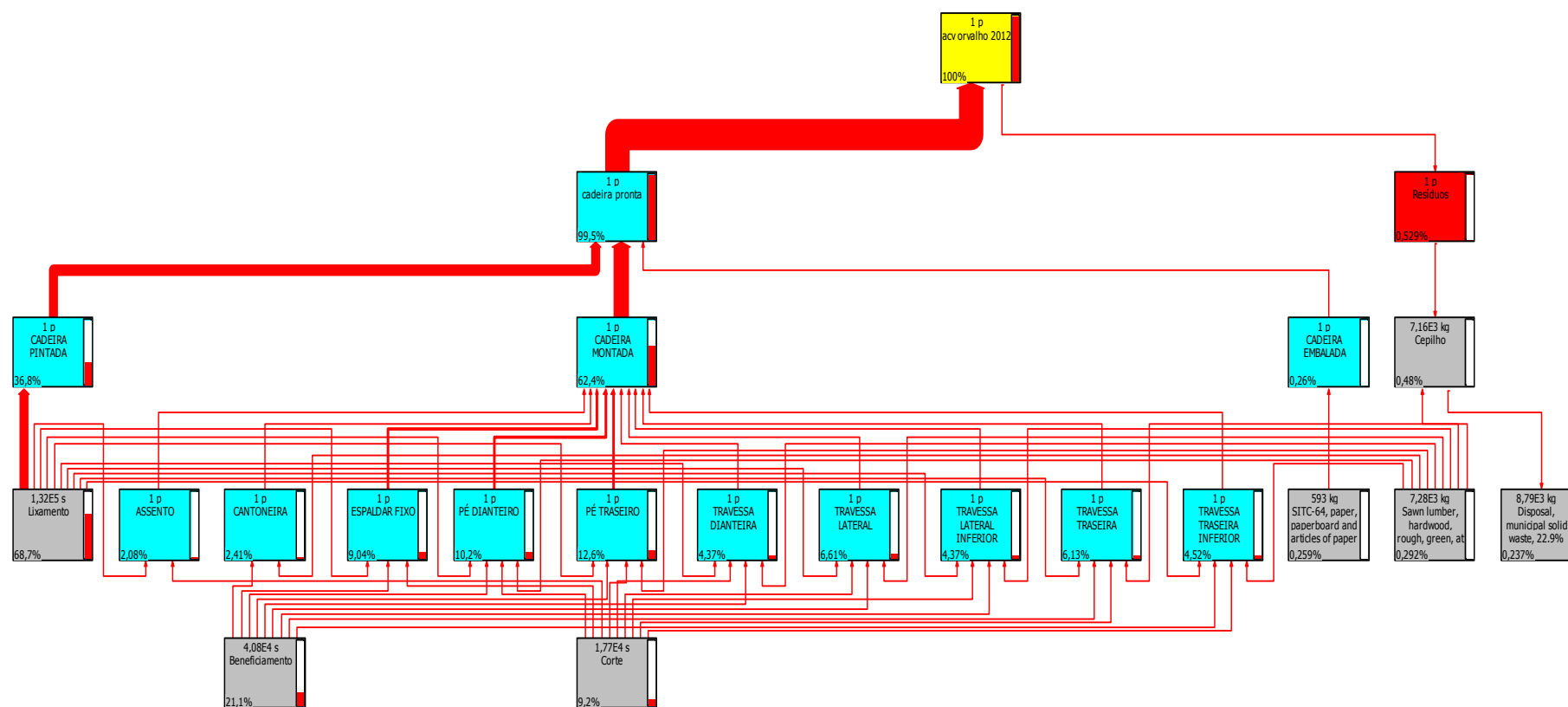


GRÁFICO DE REDE CADEIRA B 2012

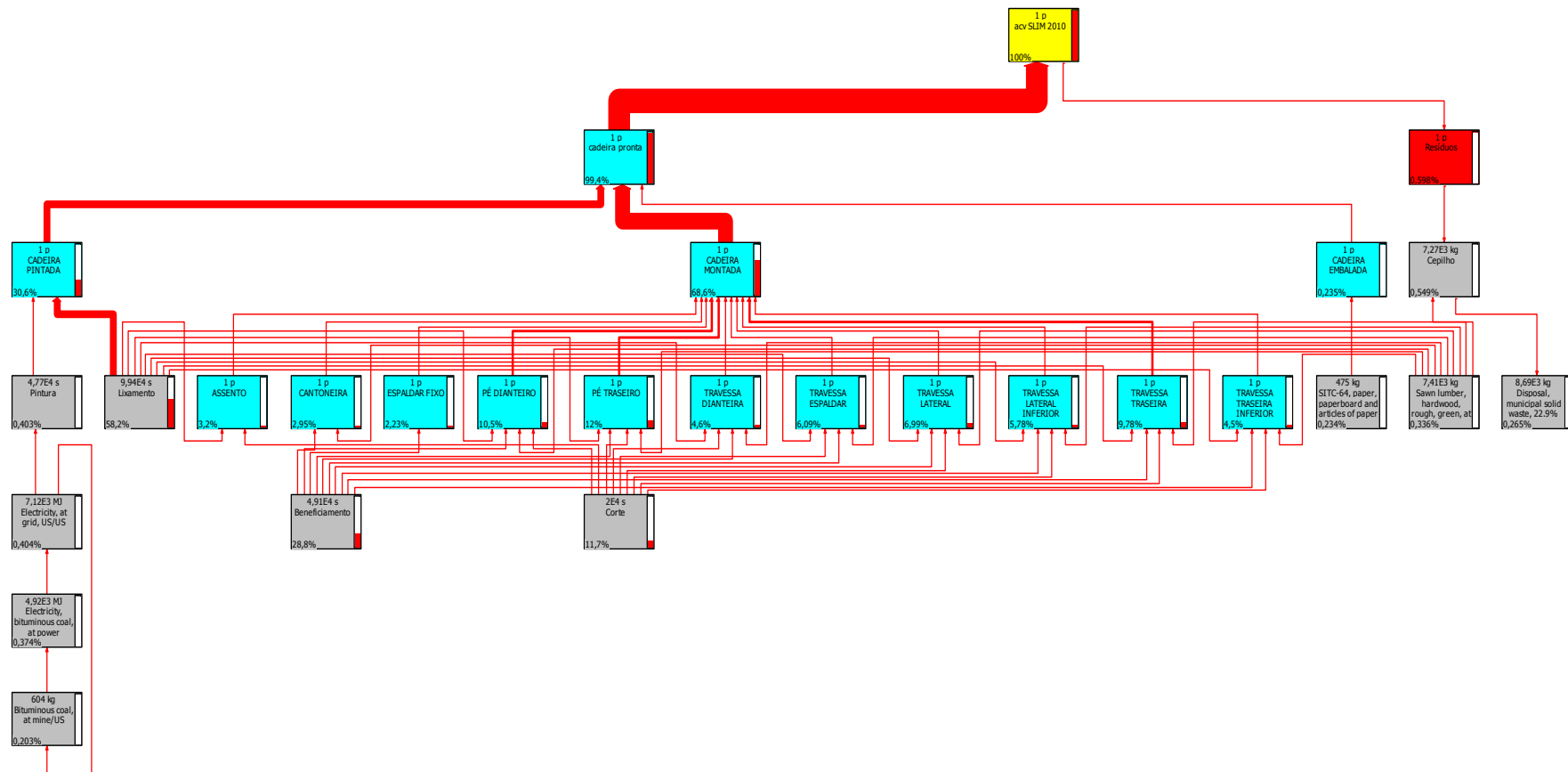


GRÁFICO DE REDE CADEIRA C 2010

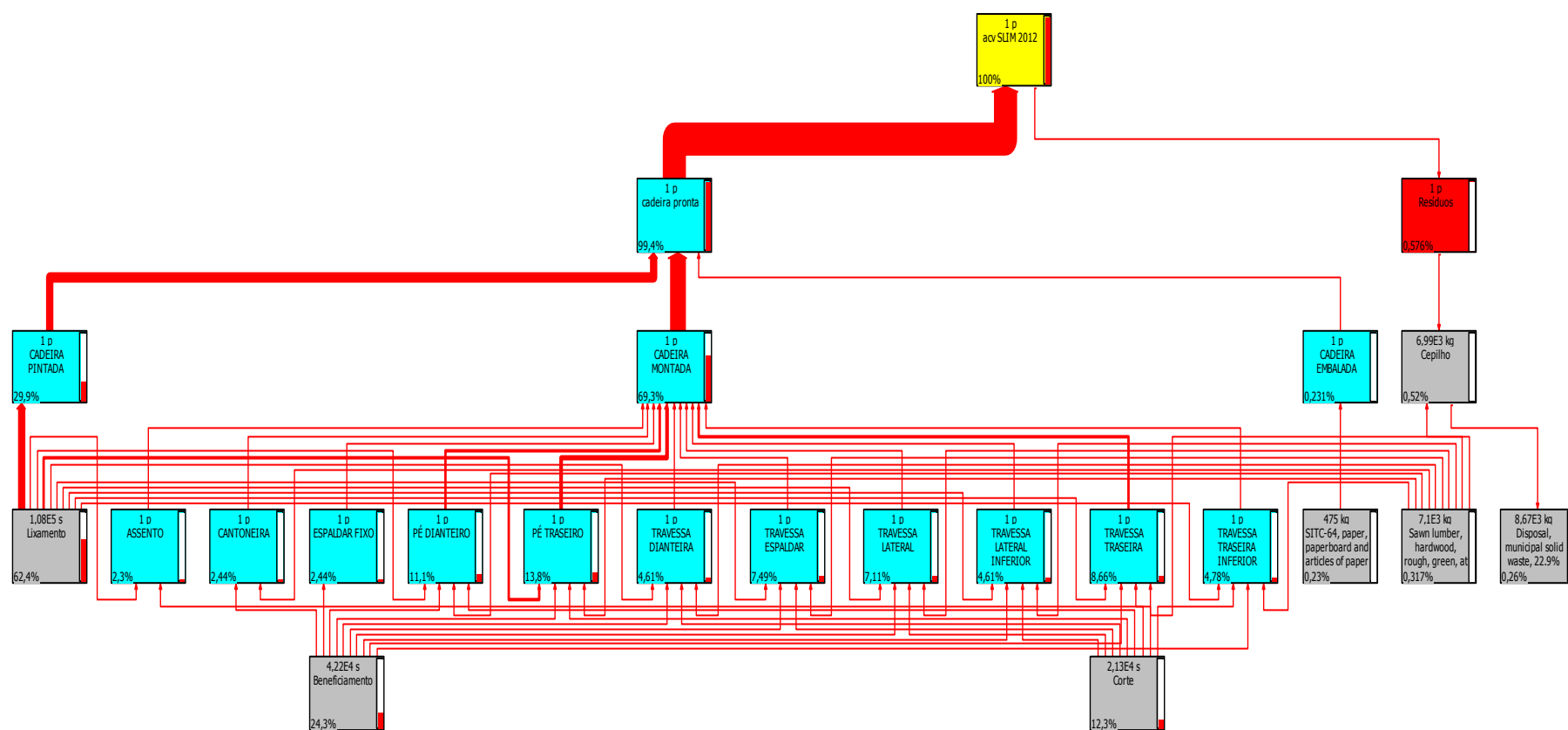


GRÁFICO DE REDE CADEIRA C 2012

APENDICE D

CADEIRA A 2010				CADEIRA A 2012			
Substância	Comp	Uni	Resíduos	Substância	Comp	Unidade	Resíduos
Noble gases, radioactive, unspecified	Ar	kBq	18851,016	Noble gases, radioactive, unspecified	Ar	kBq	18798,606
Radioactive species, unspecified	Ar	kBq	4358,3705	Radioactive species, unspecified	Ar	kBq	4008,6127
Xenon-135m	Ar	Bq	920,22966	Xenon-135m	Ar	Bq	917,43945
Radon-222	Ar	kBq	847,9843	Radon-222	Ar	kBq	845,61065
Hydrogen-3, Tritium	Água	kBq	840,38923	Hydrogen-3, Tritium	Água	kBq	838,05226
Krypton-85	Ar	Bq	734,98305	Krypton-85	Ar	Bq	732,96594
				Water, turbine use, unspecified natural origin	Matéria prima	m3	724,72177
Water, turbine use, unspecified natural origin	Matéria prima	m3	726,843	Thorium-230	Água	Bq	690,01732
Thorium-230	Água	Bq	691,95386	Chromium	Água	mg	639,10139
	Matéria prima	kg	446,07605		Matéria prima	kg	444,71748
Gravel, in ground	Água	µg	432,92316	Gravel, in ground	Água	µg	398,18123
Fluorine	Água	mg	369,06899	Fluorine	Água	Bq	366,31714
Benzoic acid	Água	Bq	367,33891	Cesium-137	Água	µg	358,07143
Sulfur oxides	Ar	g	335,59417	Docosane	Água	mg	339,45133
Detergent, oil	Água	mg	315,00081	Benzoic acid	Ar	g	308,66286
Uranium alpha	Água	Bq	292,17945	Sulfur oxides	Água	Bq	291,36174
Thorium-228	Água	Bq	274,97799	Uranium alpha	Água	mg	289,7221
Naphthalenes, alkylated, unspecified	Água	µg	245,76444	Detergent, oil	Água	Bq	274,12189
n-Hexacosane	Água	µg	242,88203	Thorium-228	Ar	ng	261,84543
Argon-41	Ar	Bq	234,14362	Vinyl acetate	Ar	ng	241,17342
Acetaldehyde	Água	mg	198,88996	2-Chloroacetophenone	Ar	Bq	233,50142
				Argon-41	Água	µg	226,04193
Xenon-138	Ar	Bq	184,82353	Naphthalenes, alkylated, unspecified	Água	µg	223,39083
Coal, 26.4 MJ per kg, in ground	Matéria prima	kg	177,00878	n-Hexacosane	Ar	mg	211,45251
Ethyl acetate	Água	Bq	137,44053	Ammonium chloride	Água	mg	197,98586
Radium-228	Ar	µg	130,97036	Acetaldehyde	Ar	µg	191,31925
Biphenyl	Ar	g	129,72232	Phenanthrene	Ar	Bq	184,25354
Calcium	Matéria prima	mg	128,29527	Xenon-138	Ar	g	182,35477
Cinnabar, in ground	Ar	Bq	110,29439	Isoprene	Matéria prima	kg	162,80389
Xenon-131m	Ar	mg	110,10638	Coal, 26.4 MJ per kg, in ground	Água	µg	137,39535
Kerosene	Matéria prima	kg	109,22284	Ethyl acetate	Água	Bq	137,01262
Oil, crude, in ground	Água	µg	101,904	Radium-228	Ar	g	129,43128
Phenanthrenes, alkylated, unspecified	Água	g	100,542	Calcium	Matéria prima	mg	127,96535
Bromine	Ar	Bq	99,38297	Cinnabar, in ground	Ar	µg	120,46003
Radon-220	Ar	GJ	99,118018	Biphenyl	Ar	Bq	109,96318
Heat, waste	Água	ng	97,321488	Xenon-131m	Matéria prima	kg	102,57989
Tar	Água	mg	92,685671	Oil, crude, in ground	Ar	mg	101,27039
Nickel	Água	µg	92,259871	Kerosene	Água	g	100,31967
Phenanthrene	Ar	Bq	92,125568	Bromine	Ar	Bq	99,110661
Iodine-131				Radon-220			
Energy, potential (in hydropower reservoir), converted	Matéria prima	MJ	89,90547				
Acrolein	Ar	mg	85,487891	Heat, waste	Ar	GJ	98,650726
Calcite, in ground	Matéria prima	kg	82,645174	Phenanthrenes, alkylated, unspecified	Água	µg	93,726235
				Iodine-131	Ar	Bq	91,873221

				Energy, potential (in hydropower reservoir), converted	Matéria prima	MJ	
Lithium, ion	Água	g	79,083758	Tar	Água	ng	89,511472
Sodium	Ar	g	78,924955	Nickel	Água	mg	85,247678
Bromide	Água	g	77,950636	Phenanthrene	Água	µg	84,856048
Hexanoic acid	Água	mg	76,430627				
Krypton-85m	Ar	Bq	74,275329	Calcite, in ground	Matéria prima	kg	82,374598
Chloride	Água	kg	73,75107	Sodium	Ar	g	78,748149
Tin	Água	mg	73,380649	Acrolein	Ar	mg	78,633009
Fluorene	Ar	µg	70,105791	Krypton-85m	Ar	Bq	74,046906
Dibenzofuran	Água	µg	69,178323	Lithium, ion	Água	g	72,737825
Radium-224	Água	Bq	68,714085	Chloride	Água	kg	72,546534
Dioxin, 2,3,7,8 Tetrachlorodibenzo-p-	Ar	µg	68,100447	Bromide	Água	g	71,695137
Radium-228/kg	Água	pg	67,272716	Hexanoic acid	Água	mg	70,297096
Ammonia, as N	Água	µg	63,810771	Radium-224	Água	Bq	68,500146
				Dioxin, 2,3,7,8 Tetrachlorodibenzo-p-	Ar	µg	67,784535
Iron	Água	g	60,022274	Tin	Água	mg	67,491877
Dibenzothiophene	Água	µg	59,0462				
Gas, natural, in ground	Matéria prima	m3	55,929748	Fluorene	Ar	µg	64,479826
				Dibenzofuran	Água	µg	63,626786
				Radium-228/kg	Água	pg	61,874104
				Ammonia, as N	Água	µg	58,689979
				Chlorate	Água	g	55,68291
				Iron	Água	g	55,205507
				Potassium	Ar	g	54,895982
				Dibenzothiophene	Água	µg	54,307763
				Gas, natural, in ground	Matéria prima	m3	53,948209
				Fluoranthene	Ar	µg	50,309807
				Sodium chloride, in ground	Matéria prima	kg	47,864808
				Phenols, unspecified	Água	mg	46,908387
Chlorate	Água	g	55,825228	Antimony	Água	g	43,221051
Potassium	Ar	g	55,021376	Ethane, 1,2-dibromo-	Ar	ng	41,344015
Fluoranthene	Ar	µg	54,699416	Fluoride	Água	g	40,037416
Phenols, unspecified	Água	mg	51,001217	Fluorene, 1-methyl-	Água	µg	38,083101
Sodium chloride, in ground	Matéria prima	kg	47,987277				
Ethane, 1,2-dibromo-	Ar	ng	44,951345	Radioactive species, other beta emitters	Ar	Bq	37,408495
Antimony	Água	g	43,317962	Acenaphthene	Ar	µg	36,31348
				Lead-210/kg	Água	pg	34,768633
Fluorene, 1-methyl-	Água	µg	41,405911	Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	Água	µg	33,438579
Fluoride	Água	g	40,216507	Magnesium	Ar	g	31,163395
Acenaphthene	Ar	µg	39,466954	Energy, gross calorific value, in biomass	Matéria prima	MJ	28,710876
				Methane, dichloro-, HCC-30	Ar	mg	27,160181
Lead-210/kg	Água	pg	37,80225				
Radioactive species, other beta emitters	Ar	Bq	37,519506	Methyl ethyl ketone	Água	µg	26,936657
Aluminium	Água	g	36,966164	Cyanide	Ar	g	25,485073
Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	Água	µg	36,356148				
				Krypton-88	Ar	Bq	25,240334
Magnesium	Ar	g	31,303516				
Methane, dichloro-, HCC-30	Ar	mg	29,529384	Coal, brown, in ground	Matéria prima	kg	25,07945
Methyl ethyl ketone	Água	µg	29,286923	Benzene, pentamethyl-	Água	µg	25,079257
Energy, gross calorific value, in biomass	Matéria prima	MJ	28,791839	Clay, unspecified, in ground	Matéria prima	kg	24,613479
Benzene, pentamethyl-	Água	µg	27,267461	Butadiene	Ar	mg	24,525779
Butadiene	Ar	mg	26,665632				
Benzyl chloride	Ar	µg	26,221618	Coal, hard, unspecified, in ground	Matéria prima	kg	24,307497
Cyanide	Ar	g	25,555819	Benzyl chloride	Ar	µg	24,117342
Pyrene	Ar	µg	25,423428	Pyrene	Ar	µg	23,383207
				Xenon-137	Ar	Bq	22,968666
				Transformation, from	Matéria	cm2	22,899161

				dump site, sanitary landfill	prima		
Krypton-88	Ar	Bq	25,317012	Transformation, to dump site, sanitary landfill	Matéria prima	cm2	22,899161
Coal, brown, in ground	Matéria prima	kg	25,148307	Krypton-87	Ar	Bq	22,689183
Clay, unspecified, in ground	Matéria prima	kg	24,698176	Uranium-238	Água	Bq	22,405037
Coal, hard, unspecified, in ground	Matéria prima	kg	24,387029	Benzene, pentachloro-	Ar	mg	21,751072
Xenon-137	Ar	Bq	23,040334	Tin, ion	Água	mg	21,52429
Transformation, from dump site, sanitary landfill	Matéria prima	cm2	23,003769	Hexadecane	Água	mg	20,200323
Transformation, to dump site, sanitary landfill	Matéria prima	cm2	23,003769	Isophorone	Ar	µg	19,982941
Krypton-87	Ar	Bq	22,757056	Heat, waste	Água	GJ	19,402702
Uranium-238	Água	Bq	22,468084	Polonium-210	Água	Bq	19,269766
Hexadecane	Água	mg	21,962833	Polonium-210	Ar	Bq	18,936131
Benzene, pentachloro-	Ar	mg	21,85053	Dodecane	Água	mg	18,506914
Isophorone	Ar	µg	21,726483	Acenaphthylene	Ar	µg	17,7146
Tin, ion	Água	mg	21,611435	Chlorinated solvents, unspecified	Água	mg	16,081373
Dodecane	Água	mg	20,121671	Hydrogen	Ar	g	15,464283
Heat, waste	Água	GJ	19,492024	Solved solids	Água	kg	14,913615
Polonium-210	Água	Bq	19,324455	Uranium alpha	Ar	Bq	14,907495
Acenaphthylene	Ar	µg	19,260227	Anthracene	Ar	µg	14,880302
Polonium-210	Ar	Bq	18,989499	Lead-210	Água	Bq	14,100552
Solved solids	Água	kg	16,214307	Benzenes, alkylated, unspecified	Água	mg	13,794444
Anthracene	Ar	µg	16,178631	Methane, monochloro-, R-40	Água	µg	13,468811
Chlorinated solvents, unspecified	Água	mg	16,122513	Radium-226/kg	Água	ng	12,096206
Hydrogen	Ar	g	15,504283	Radium-226	Ar	Bq	11,591369
Benzenes, alkylated, unspecified	Água	mg	14,99803	Boron	Água	g	11,428913
Uranium alpha	Ar	Bq	14,949332	Hydrogen-3, Tritium	Ar	kBq	11,085538
Methane, monochloro-, R-40	Água	µg	14,643986	Lead-210	Ar	Bq	10,742008
Lead-210	Água	Bq	14,14044	Particulates, unspecified	Ar	kg	10,623646
Radium-226/kg	Água	ng	13,151619	Sodium, ion	Água	kg	10,557803
Radium-226	Ar	Bq	11,623934	p-Cresol	Água	mg	10,38599
Particulates, unspecified	Ar	kg	11,550576	Xenon-133m	Ar	Bq	10,338241
Boron	Água	g	11,54937	Energy, kinetic (in wind), converted	Matéria prima	MJ	10,287481
p-Cresol	Água	mg	11,292183	m-Xylene	Água	mg	10,138651
Hydrogen-3, Tritium	Ar	kBq	11,116388	Uranium-235	Água	Bq	10,013645
m-Xylene	Água	mg	11,023243	Carbon dioxide, in air	Matéria prima	ton	9,9339123
Sodium, ion	Água	kg	10,872099	Decane	Água	mg	9,7542019
Carbon dioxide, in air	Matéria prima	ton	10,80041	Water, river	Matéria prima	m3	9,7495437
Lead-210	Ar	Bq	10,772278	Toluene, 2,4-dinitro-	Ar	ng	9,6469369
Decane	Água	mg	10,605271	o-Cresol	Água	mg	9,6262446
Toluene, 2,4-dinitro-	Ar	ng	10,488647	Boron trifluoride	Ar	pg	9,5642674
o-Cresol	Água	mg	10,466149	Phenol, 2,4-dimethyl-	Água	mg	9,3730104
Xenon-133m	Ar	Bq	10,367632	Wood, hard, NE-NC, standing	Matéria prima	m3	9,3390868
Energy, kinetic (in wind), converted	Matéria prima	MJ	10,315739	Iron, 46% in ore, 25% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg	9,1191311
Phenol, 2,4-dimethyl-	Água	mg	10,19082	Dichromate	Água	mg	9,0873111
Wood, hard, NE-NC, standing	Matéria prima	m3	10,153937	Vanadium	Água	mg	9,0865597
Uranium-235	Água	Bq	10,041748	Benzene, hexachloro-	Ar	mg	8,7496742
Vanadium	Água	mg	9,8793762	Toluene	Ar	g	8,5368618
Water, river	Matéria prima	m3	9,7932083	Radioactive species, Nuclides, unspecified	Água	kBq	8,4724188
Boron trifluoride	Ar	pg	9,591791	Krypton-89	Ar	Bq	8,3854618
Iron, 46% in ore, 25% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg	9,1576903	Boron	Ar	g	8,2761866

Dichromate	Água	mg	9,1126713	Nitrogen oxides	Ar	kg	8,1378484
Radioactive species, Nuclides, unspecified	Água	kBq	9,0506898	Tetradecane	Água	mg	8,110848
Tetradecane	Água	mg	8,8185322	Chloroform	Água	µg	7,9469833
Benzene, hexachloro-	Ar	mg	8,7896539	Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140	Ar	µg	7,9421389
Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140	Ar	µg	8,6179481	Phosphorus	Ar	g	7,8833345
Toluene	Ar	g	8,5962561	Benzo(b,j,k)fluoranthene	Ar	µg	7,7943991
				Transformation, from dump site, slag compartment	Matéria prima	dm2	7,3845164
Nitrogen oxides	Ar	kg	8,4832065	Transformation, to dump site, slag compartment	Matéria prima	dm2	7,3845164
Benzo(b,j,k)fluoranthene	Ar	µg	8,4744726	Bromate	Água	g	7,289595
Krypton-89	Ar	Bq	8,4116288	Mercaptans, unspecified	Ar	mg	7,1883626
Boron	Ar	g	8,2991264	Chrysene	Ar	µg	7,0859028
Chloroform	Água	µg	7,9698513				
Phosphorus	Ar	g	7,9026556	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, cyclic	Ar	mg	7,0427481
Mercaptans, unspecified	Ar	mg	7,8155585	Sodium sulphate, various forms, in ground	Matéria prima	g	6,9444694
Chrysene	Ar	µg	7,7041589	Carbon dioxide, biogenic	Ar	ton	6,5792893
Transformation, from dump site, slag compartment	Matéria prima	dm2	7,4013621				
				Potassium-40	Água	Bq	6,5469767
Transformation, to dump site, slag compartment	Matéria prima	dm2	7,4013621	Water, cooling, unspecified natural origin/m3	Matéria prima	m3	6,4683559
Bromate	Água	g	7,3082257	Fluoride	Ar	mg	6,2969519
Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, cyclic	Ar	mg	7,0730735	Tar	Ar	µg	6,257452
Sodium sulphate, various forms, in ground	Matéria prima	g	6,9640156	Methane, trifluoro-, HFC-23	Ar	µg	6,1564522
Fluoride	Ar	mg	6,8463708	Cobalt-58	Água	Bq	6,1285377
Tar	Ar	µg	6,8034244	Phenols, unspecified	Ar	mg	6,110234
Phenols, unspecified	Ar	mg	6,6433615	Naphthalene	Água	mg	6,093619
Naphthalene	Água	mg	6,6252968	Uranium-234	Água	Bq	6,068778
Carbon dioxide, biogenic	Ar	ton	6,6193722	Ammonia	Água	g	6,0248627
Potassium-40	Água	Bq	6,5651109	Benzene	Ar	g	5,9129719
Ammonia	Água	g	6,5505414	Hydrazine, methyl-	Ar	µg	5,8570688
Water, cooling, unspecified natural origin/m3	Matéria prima	m3	6,4856072				
Hydrazine, methyl-	Ar	µg	6,3681072	Benzo(a)anthracene	Ar	µg	5,6685969
Methane, trifluoro-, HFC-23	Ar	µg	6,1741469	Radionuclides (Including Radon)	Ar	g	5,6631225
Benzo(a)anthracene	Ar	µg	6,1631908	Sulfate	Água	kg	5,632958
Radionuclides (Including Radon)	Ar	g	6,1572387	Chloride	Ar	µg	5,5635379
Cobalt-58	Água	Bq	6,1468032	Methane, bromo-, Halon 1001	Ar	µg	5,5125363
				Naphthalene, 2-methyl-	Água	mg	5,3002654
Uranium-234	Água	Bq	6,08581	BTEX (Benzene, Toluene, Ethylbenzene, and Xylene), unspecified ratio	Ar	g	5,2477365
Chloride	Ar	µg	6,0489653	Uranium-238	Ar	Bq	5,1263984
Benzene	Ar	g	5,9951447	Beryllium	Água	mg	5,1205602
Methane, bromo-, Halon 1001	Ar	µg	5,9935136	Zirconium, 50% in zircon, 0.39% in crude ore, in ground	Matéria prima	mg	5,110924
Naphthalene, 2-methyl-	Água	mg	5,7627218	Eicosane	Água	mg	5,0954357
BTEX (Benzene, Toluene, Ethylbenzene, and Xylene), unspecified ratio	Ar	g	5,7056097				
Sulfate	Água	kg	5,6572245	Thorium-234	Água	Bq	5,0578694
Beryllium	Água	mg	5,5423534	Protactinium-234	Água	Bq	5,0573281
Eicosane	Água	mg	5,5400204	Cobalt-60	Água	Bq	5,0474542
Octadecane	Água	mg	5,4258962	Carbon dioxide, fossil	Ar	ton	5,0107047
				Octadecane	Água	mg	4,9904699
Uranium-238	Ar	Bq	5,1408144	Olivine, in ground	Matéria prima	mg	4,7914783

Zirconium, 50% in zircon, 0.39% in crude ore, in ground	Matéria prima	mg	5,1256315	Silver-110	Água	Bq	4,7903974
Carbon dioxide, fossil	Ar	ton	5,0816766	Silver, 0.007% in sulfide, Ag 0.004%, Pb, Zn, Cd, In, in ground	Matéria prima	mg	4,7517382
Thorium-234	Água	Bq	5,0720644	Heat, waste	Solo	MJ	4,675484
Protactinium-234	Água	Bq	5,0715215	Hydroxide	Água	mg	4,5071756
Cobalt-60	Água	Bq	5,0625968	Indeno(1,2,3-cd)pyrene	Ar	µg	4,3224844
Olivine, in ground	Matéria prima	mg	4,8084934	Cobalt, in ground	Matéria prima	mg	4,0868521
Silver-110	Água	Bq	4,8048001	Uranium oxide, 332 GJ per kg, in ore	Matéria prima	g	3,9839408
Silver, 0.007% in sulfide, Ag 0.004%, Pb, Zn, Cd, In, in ground	Matéria prima	mg	4,7654078	Tantalum, 81.9% in tantalite, 1.6E-4% in crude ore, in ground	Matéria prima	mg	3,7436614
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	Ar	µg	4,6996279	Xenon-133	Ar	kBq	3,7213591
Heat, waste	Solo	MJ	4,6895549	Thallium	Água	mg	3,5725285
Hydroxide	Água	mg	4,5201407	Nitric acid	Água	mg	3,5524785
Uranium oxide, 332 GJ per kg, in ore	Matéria prima	g	4,3315459	Benzene, chloro-	Água	mg	3,4546763
Cobalt, in ground	Matéria prima	mg	4,1050357	Silver, 3.2ppm in sulfide, Ag 1.2ppm, Cu and Te, in crude ore, in ground	Matéria prima	mg	3,3901523
Nitric acid	Água	mg	3,8624378	Carbon monoxide, fossil	Ar	kg	3,3492858
Thallium	Água	mg	3,8624102	Acetone	Água	mg	3,3475662
Tantalum, 81.9% in tantalite, 1.6E-4% in crude ore, in ground	Matéria prima	mg	3,7544317	Methane, tetrachloro-, CFC-10	Ar	mg	3,2855836
Xenon-133	Ar	kBq	3,7326515	Radium-226	Água	kBq	3,2690043
Acetone	Água	mg	3,6395319	Lead	Solo	mg	3,2569273
Carbon monoxide, fossil	Ar	kg	3,536727	Ammonium, ion	Água	g	3,2541468
Benzene, chloro-	Água	mg	3,4646168	Uranium-234	Ar	Bq	3,2365305
Ethene, tetrachloro-	Ar	mg	3,4327996	Actinides, radioactive, unspecified	Água	Bq	3,1774104
Silver, 3.2ppm in sulfide, Ag 1.2ppm, Cu and Te, in crude ore, in ground	Matéria prima	mg	3,3999049	Ethene, tetrachloro-	Ar	mg	3,157357
Aldehydes, unspecified	Ar	g	3,3974048	Potassium, ion	Água	kg	3,1542155
Methane, tetrachloro-, CFC-10	Ar	mg	3,3014587	Aldehydes, unspecified	Ar	g	3,1250162
Radium-226	Água	kBq	3,2782139	Arsenic, ion	Água	g	3,1248572
Ammonium, ion	Água	g	3,2666863	Molybdenum	Água	g	3,0429734
Lead	Solo	mg	3,2662009	Sulfur dioxide	Ar	kg	2,9209651
Uranium-234	Ar	Bq	3,2456166	Occupation, dump site	Matéria prima	m2a	2,8951032
Actinides, radioactive, unspecified	Água	Bq	3,1862691	Phenol, pentachloro-	Ar	mg	2,8773501
Potassium, ion	Água	kg	3,1614151	Ethane, 1,1,2-trichloro- 1,2,2-trifluoro-, CFC-113	Ar	µg	2,8454759
Arsenic, ion	Água	g	3,1479088	Acetic acid	Água	g	2,8055745
Sulfur dioxide	Ar	kg	3,1403927	Occupation, forest, intensive, normal	Matéria prima	m2a	2,7653325
Molybdenum	Água	g	3,0797192	Waste water/m3	Água	l	2,7647323
Waste water/m3	Água	l	3,0059595	Strontium-90	Água	kBq	2,5393348
Occupation, dump site	Matéria prima	m2a	2,9024527	Phthalate, dioctyl-	Ar	µg	2,5150943
Phenol, pentachloro-	Ar	mg	2,8896	Sodium dichromate	Ar	mg	2,4479447
Ethane, 1,1,2-trichloro- 1,2,2-trifluoro-, CFC-113	Ar	µg	2,8536645	Stibnite, in ground	Matéria prima	µg	2,4230693
Acetic acid	Água	g	2,8183725	Potassium-40	Ar	Bq	2,4127093
Occupation, forest, intensive, normal	Matéria prima	m2a	2,7737406	Zinc, ion	Água	g	2,3925098
Phthalate, dioctyl-	Ar	µg	2,7345401	Nickel, 1.13% in sulfide, Ni 0.76% and Cu 0.76% in crude ore, in ground	Matéria prima	g	2,3248588
Iron	Ar	g	2,6655651	Occupation, traffic area, road network	Matéria prima	m2a	2,2664759
Strontium-90	Água	kBq	2,5463095	Manganese	Água	g	2,2611499
Sodium dichromate	Ar	mg	2,4547764	Yttrium	Água	mg	2,2550774

Yttrium	Água	mg	2,4518364	2-Hexanone	Água	mg	2,1849465
Stibnite, in ground	Matéria prima	µg	2,4302599	Propene	Ar	g	2,129765
Potassium-40	Ar	Bq	2,419524	Transformation, from industrial area, vegetation	Matéria prima	mm2	2,1022198
Manganese	Água	g	2,4043138	Formaldehyde	Ar	g	2,0586941
Zinc, ion	Água	g	2,4011256	Naphthalene	Ar	mg	2,0509202
2-Hexanone	Água	mg	2,3755865	Carbon-14	Ar	kBq	2,0154068
Nickel, 1.13% in sulfide, Ni 0.76% and Cu 0.76% in crude ore, in ground	Matéria prima	g	2,3343768	Radium-228	Ar	Bq	2,0147807
Silver, ion	Água	mg	2,2746905	Ethene, chloro-	Ar	mg	2,0032787
Propene	Ar	g	2,273108	Beryllium	Ar	mg	1,9722911
Occupation, traffic area, road network	Matéria prima	m2a	2,272706	Iodine-129	Ar	Bq	1,9562296
Naphthalene	Ar	mg	2,2298662	Benzo(g,h,i)perylene	Ar	µg	1,9131925
Formaldehyde	Ar	g	2,1331429	Ethanol	Água	mg	1,7534798
Beryllium	Ar	mg	2,1271575	Calcium, ion	Água	kg	1,717741
Transformation, from industrial area, vegetation	Matéria prima	mm2	2,1082381	Sulfuric acid, dimethyl ester	Ar	µg	1,6537606
Benzo(g,h,i)perylene	Ar	µg	2,0801215	Chromium, ion	Água	g	1,6457074
Radium-228	Ar	Bq	2,0212191	Magnesium, 0.13% in water	Matéria prima	mg	1,5926277
Carbon-14	Ar	kBq	2,0210735	Nitrate compounds	Água	µg	1,5837771
Ethene, chloro-	Ar	mg	2,0089931	Chlorine	Ar	g	1,5797034
Iodine-129	Ar	Bq	1,9616836	5-methyl Chrysene	Ar	µg	1,5588798
Calcium, ion	Água	kg	1,813066	Transformation, from dump site, residual material landfill	Matéria prima	dm2	1,5450394
Sulfuric acid, dimethyl ester	Ar	µg	1,7980538	Transformation, to dump site, residual material landfill	Matéria prima	dm2	1,5450394
Ethanol	Água	mg	1,7599681	Aldrin	Solo	µg	1,5421461
Nitrate compounds	Água	µg	1,7219641	Phosphorus, 18% in apatite, 12% in crude ore, in ground	Matéria prima	g	1,5321922
5-methyl Chrysene	Ar	µg	1,6948945	Transformation, to pasture and meadow	Matéria prima	cm2	1,5293906
Chromium, ion	Água	g	1,6693914	Volume occupied, reservoir	Matéria prima	m3y	1,5136286
Magnesium, 0.13% in water	Matéria prima	mg	1,5971424	Xenon-135	Ar	kBq	1,5087418
Chlorine	Ar	g	1,5850281	Methane, bromochlorodifluoro-, Halon 1211	Ar	mg	1,502801
Ethane, chloro-	Ar	µg	1,5732971	Sodium	Solo	g	1,4947741
Transformation, to dump site, residual material landfill	Matéria prima	dm2	1,550046	Ethane, chloro-	Ar	µg	1,4470405
Transformation, from dump site, residual material landfill	Matéria prima	dm2	1,5500459	4-Methyl-2-pentanone	Água	mg	1,4062978
Aldrin	Solo	µg	1,546584	Nitrogen	Água	g	1,3931995
Phosphorus, 18% in apatite, 12% in crude ore, in ground	Matéria prima	g	1,5365809	Cesium	Água	mg	1,3700118
Transformation, to pasture and meadow	Matéria prima	cm2	1,5350982	Chrysotile, in ground	Matéria prima	g	1,3657526
4-Methyl-2-pentanone	Água	mg	1,5289974	Bromoform	Ar	µg	1,3436805
Volume occupied, reservoir	Matéria prima	m3y	1,5180096	Methyl acrylate	Água	mg	1,3288707
Xenon-135	Ar	kBq	1,513314	Nickel	Solo	mg	1,2768055
Methane, bromochlorodifluoro-, Halon 1211	Ar	mg	1,508568	Water, unspecified natural origin/m3	Matéria prima	m3	1,2622387
Sodium	Solo	g	1,4996053	1,4-Butanediol	Ar	µg	1,2549003
Bromoform	Ar	µg	1,4609187	Transformation, from industrial area, built up	Matéria prima	mm2	1,2323205
Nitrogen	Água	g	1,3978493	Hydrocarbons, unspecified	Ar	g	1,2204248

Cesium	Água	mg	1,3742906	Carbon monoxide, biogenic	Ar	kg	1,2198846
Chrysotile, in ground	Matéria prima	g	1,36918	Transformation, from sea and ocean	Matéria prima	dm2	1,1873657
Isocyanic acid	Ar	mg	1,3497729	Transformation, to dump site, benthos	Matéria prima	dm2	1,186
Methyl acrylate	Água	mg	1,3326949	Methane, bromotrifluoro-, Halon 1301	Ar	mg	1,1673242
Hydrocarbons, unspecified	Ar	g	1,3269088	Occupation, industrial area, benthos	Matéria prima	cm2a	1,1465667
Nickel	Solo	mg	1,2804378	Uranium, in ground	Matéria prima	g	1,1274645
Water, unspecified natural origin/m3	Matéria prima	m3	1,2661996	Acetic acid	Ar	g	1,102024
1,4-Butanediol	Ar	µg	1,2585139	Acetaldehyde	Ar	g	1,0958767
Transformation, from industrial area, built up	Matéria prima	mm2	1,2358485	Sulfur	Água	g	1,060928
Carbon monoxide, biogenic	Ar	kg	1,2263844	Thorium-230	Ar	Bq	1,0608594
Transformation, from sea and ocean	Matéria prima	dm2	1,1916043	Propylene oxide	Água	g	1,0561257
Transformation, to dump site, benthos	Matéria prima	dm2	1,1902343	Chromium-51	Água	Bq	1,0470819
Methane, bromotrifluoro-, Halon 1301	Ar	mg	1,1709597	Benzene	Água	g	1,026429
Occupation, industrial area, benthos	Matéria prima	cm2a	1,1506616	Transformation, to arable, non-irrigated, fallow	Matéria prima	cm2	1,0222219
Acetaldehyde	Ar	g	1,1397575	Indium, 0.005% in sulfide, In 0.003%, Pb, Zn, Ag, Cd, in ground	Matéria prima	mg	1,0072708
Sulfur	Água	g	1,1388337	Thorium-232	Água	Bq	0,99913702
Uranium, in ground	Matéria prima	g	1,1306307	Propene	Água	g	0,98988883
Acetic acid	Ar	g	1,1063439	Methane	Ar	kg	0,98951307
Benzene	Água	g	1,0770637	Hexane	Ar	g	0,94408418
Methane	Ar	kg	1,0758496	Transformation, from industrial area, benthos	Matéria prima	mm2	0,9234205
Thorium-230	Ar	Bq	1,0638395	Transformation, to sea and ocean	Matéria prima	mm2	0,9234205
Propylene oxide	Água	g	1,0609412	Transformation, to industrial area, built up	Matéria prima	dm2	0,92306386
Cerium-141	Ar	mBq	1,0546632	Glutaraldehyde	Água	mg	0,91232091
Chromium-51	Água	Bq	1,0502924	Biphenyl	Água	mg	0,89313171
Transformation, to arable, non-irrigated, fallow	Matéria prima	cm2	1,0256945	Aluminium	Solo	g	0,88672303
Indium, 0.005% in sulfide, In 0.003%, Pb, Zn, Ag, Cd, in ground	Matéria prima	mg	1,0102766	Fluorine, 4.5% in apatite, 1% in crude ore, in ground	Matéria prima	g	0,8649807
Thorium-232	Água	Bq	1,0018838	Transformation, from arable	Matéria prima	cm2	0,86439901
Propene	Água	g	0,9942767	Butyrolactone	Água	µg	0,86271268
Biphenyl	Água	mg	0,9710589	Xylene	Ar	g	0,85124851
Hexane	Ar	g	0,9469592	NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	Ar	kg	0,84633578
Transformation, from industrial area, benthos	Matéria prima	mm2	0,9269751	Ethane, 1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114	Ar	mg	0,83944966
Transformation, to sea and ocean	Matéria prima	mm2	0,9269751	Suspended solids, unspecified	Água	kg	0,82921682
Transformation, to industrial area, built up	Matéria prima	dm2	0,9269338	Cobalt-60	Ar	mBq	0,82880877
Glutaraldehyde	Água	mg	0,9155781	Tungsten	Ar	µg	0,81928587
Ruthenium-103	Ar	µBq	0,9026648	Methanol	Ar	g	0,81866212
Suspended solids, unspecified	Água	kg	0,8987576	Cesium-136	Água	mBq	0,80064985
Cesium-137	Ar	mBq	0,8954366	Fluorenes, alkylated, unspecified	Água	mg	0,79942093
Aluminium	Solo	g	0,8894649	Organic acids	Ar	mg	0,77703308

Ruthenium-103	Água	mBq	0,8770445	Rhenium, in crude ore, in ground	Matéria prima	µg	0,77260489
Fluorenes, alkylated, unspecified	Água	mg	0,8691717	Thorium-232	Ar	Bq	0,75902803
Xylene	Ar	g	0,8687806	Benzene, chloro-	Ar	µg	0,75797361
Fluorine, 4.5% in apatite, 1% in crude ore, in ground	Matéria prima	g	0,8674571	Gold, Au 7.1E-4%, in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,74096344
Transformation, from arable	Matéria prima	cm2	0,8669105	COD, Chemical Oxygen Demand	Água	kg	0,73761886
Butyrolactone	Água	µg	0,865195	Hydrocarbons, aromatic	Água	g	0,7352881
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	Ar	kg	0,8635128	Gold, Au 2.1E-4%, Ag 2.1E-4%, in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,71503141
Organic acids	Ar	mg	0,8448304	Silver, Ag 4.2E-3%, Au 1.1E-4%, in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,71474653
Ethane, 1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114	Ar	mg	0,8418229	Selenium	Água	g	0,70912874
Cobalt-60	Ar	mBq	0,831418	Silver	Água	g	0,70257665
Benzene, chloro-	Ar	µg	0,824108	Thallium	Ar	mg	0,7012773
Methanol	Ar	g	0,8218609	Silver, Ag 4.6E-5%, Au 1.3E-4%, in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,70056989
Tungsten	Ar	µg	0,8215852	Toluene	Água	g	0,70019211
Cesium-136	Água	mBq	0,8031704	Arsine	Ar	ng	0,69886711
Rhenium, in crude ore, in ground	Matéria prima	µg	0,7749996	Methyl methacrylate	Ar	µg	0,68906692
Silver	Água	g	0,7638776	Ozone	Ar	g	0,66419559
Thorium-232	Ar	Bq	0,7611611	Magnesium	Solo	g	0,6619511
COD, Chemical Oxygen Demand	Água	kg	0,7498128	Tin	Ar	g	0,66193929
Methyl methacrylate	Ar	µg	0,7491891	Gold, Au 6.7E-4%, in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,65711093
Toluene	Água	g	0,7469966	Zinc	Água	g	0,6557351
Gold, Au 7.1E-4%, in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,7430958	Carbon monoxide	Ar	g	0,65236185
Hydrocarbons, aromatic	Água	g	0,7375894	Nickel, ion	Água	g	0,64040776
Gold, Au 2.1E-4%, Ag 2.1E-4%, in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,7170891	Silicon	Solo	g	0,63057123
Silver, Ag 4.2E-3%, Au 1.1E-4%, in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,7168027	Plutonium-alpha	Ar	µBq	0,6117429
Zinc	Água	g	0,712949	Sulfur	Solo	g	0,61035781
Selenium	Água	g	0,712622	Sodium hydroxide	Ar	mg	0,60146618
Carbon monoxide	Ar	g	0,7092814	Rh, Rh 2.0E-5%, Pt 2.5E-4%, Pd 7.3E-4%, Ni 2.3E+0%, Cu 3.2E+0% in ore, in ground	Matéria prima	µg	0,59963155
Thallium	Ar	mg	0,7037018	Antimony-124	Água	Bq	0,57620242
Silver, Ag 4.6E-5%, Au 1.3E-4%, in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,7025853	Transformation, from mineral extraction site	Matéria prima	dm2	0,57270022
Arsine	Ar	ng	0,7008783	Volume occupied, final repository for radioactive waste	Matéria prima	cm3	0,57172045
Chromium	Água	g	0,694864	Copper, ion	Água	g	0,56943565
Wood, hard, standing	Matéria prima	l	0,6930853	Molybdenum, 0.010% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 1.83% in crude ore, in ground	Matéria prima	g	0,56938641
Ozone	Ar	g	0,6660458	Thorium-228	Ar	Bq	0,54324342
Tin	Ar	g	0,6648087	Sodium nitrate, in ground	Matéria prima	µg	0,53605707
Magnesium	Solo	g	0,66403	Acenaphthylene	Água	µg	0,5329386
Gold, Au 6.7E-4%, in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,6590019	Antimony-125	Água	Bq	0,53062216
Nickel, ion	Água	g	0,6419348	Acetophenone	Ar	µg	0,51680019
Methyl acetate	Ar	ng	0,6356476	Tellurium, 0.5ppm in sulfide, Te 0.2ppm, Cu and	Matéria prima	mg	0,50852286

				Ag, in crude ore, in ground			
Silicon	Solo	g	0,6322691	Butyl acetate	Água	mg	0,50789639
Plutonium-alpha	Ar	µBq	0,6134485	Occupation, construction site	Matéria prima	m2a	0,50473288
Sulfur	Solo	g	0,6122019	1,4-Butanediol	Água	µg	0,5019601
Sodium hydroxide	Ar	mg	0,603197	Methane, fossil	Ar	kg	0,50141683
Rh, Rh 2.0E-5%, Pt 2.5E-4%, Pd 7.3E-4%, Ni 2.3E+0%, Cu 3.2E+0% in ore, in ground	Matéria prima	µg	0,6014435	VOC, volatile organic compounds, unspecified origin	Água	g	0,49207679
Copper, ion	Água	g	0,5816912	BOD5, Biological Oxygen Demand	Água	kg	0,47995724
Antimony-124	Água	Bq	0,5778434	Cumene	Água	g	0,47147709
Transformation, from mineral extraction site	Matéria prima	dm2	0,5744567	Gold, Au 1.4E-4%, in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,46813242
Volume occupied, final repository for radioactive waste	Matéria prima	cm3	0,5733194	Silver, Ag 9.7E-4%, Au 9.7E-4%, Zn 0.63%, Cu 0.38%, Pb 0.014%, in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,46227567
Molybdenum, 0.010% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 1.83% in crude ore, in ground	Matéria prima	g	0,5710669	Aerosols, radioactive, unspecified	Ar	Bq	0,46120006
Acetophenone	Ar	µg	0,5618918	Occupation, shrub land, sclerophyllous	Matéria prima	m2a	0,46025429
Thorium-228	Ar	Bq	0,5448118	Gallium, 0.014% in bauxite, in ground	Matéria prima	µg	0,44491044
Sodium nitrate, in ground	Matéria prima	µg	0,5374438	Organic substances, unspecified	Ar	g	0,43938757
Acenaphthylene	Água	µg	0,5346031	Colemanite, in ground	Matéria prima	g	0,43934495
Antimony-125	Água	Bq	0,5321363	Propylene oxide	Ar	g	0,4389001
Tellurium, 0.5ppm in sulfide, Te 0.2ppm, Cu and Ag, in crude ore, in ground	Matéria prima	mg	0,5099857	Cesium-134	Água	Bq	0,43449382
Butyl acetate	Água	mg	0,5093579	Bromine	Ar	g	0,43235929
Methane, fossil	Ar	kg	0,5077711	Styrene	Ar	mg	0,43001768
Occupation, construction site	Matéria prima	m2a	0,5060729	Zinc-65	Água	Bq	0,42503762
1,4-Butanediol	Água	µg	0,5034055	Gold, Au 4.9E-5%, in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,42444606
VOC, volatile organic compounds, unspecified origin	Água	g	0,4936096	Xylene	Água	g	0,42003374
BOD5, Biological Oxygen Demand	Água	kg	0,4868458	Formic acid	Ar	mg	0,41785925
Organic substances, unspecified	Ar	g	0,4777248	Sand, unspecified, in ground	Matéria prima	g	0,41695113
Cumene	Água	g	0,4732909	Carbon disulfide	Ar	g	0,40917279
Gold, Au 1.4E-4%, in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,4694796	Atrazine	Solo	µg	0,40457644
Silver, Ag 9.7E-4%, Au 9.7E-4%, Zn 0.63%, Cu 0.38%, Pb 0.014%, in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,4636055	Wood, primary forest, standing	Matéria prima	cm3	0,40320619
Aerosols, radioactive, unspecified	Ar	Bq	0,4624785	Occupation, forest, intensive	Matéria prima	m2a	0,39640104
Occupation, shrub land, sclerophyllous	Matéria prima	m2a	0,4614063	Sylvite, 25 % in sylvinites, in ground	Matéria prima	g	0,39114294
Gallium, 0.014% in bauxite, in ground	Matéria prima	µg	0,4461477	Gold, Au 1.3E-4%, Ag 4.6E-5%, in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,39097844
Xylene	Água	g	0,4451741	1-Butanol	Água	mg	0,39069945
Propylene oxide	Ar	g	0,4409013	Transformation, from forest, intensive, clear-cutting	Matéria prima	cm2	0,38940805
Colemanite, in ground	Matéria prima	g	0,4407183	Transformation, from tropical rain forest	Matéria prima	cm2	0,38940805
Cesium-134	Água	Bq	0,4357051	Transformation, to forest, intensive, clear-cutting	Matéria prima	cm2	0,38940805
Bromine	Ar	g	0,4333522	Transformation, to forest,	Matéria prima	cm2	0,38940805

				intensive, short-cycle	prima	
Styrene	Ar	mg	0,4313834	Occupation, industrial area, built up	Matéria prima m2a	0,38939175
Zinc-65	Água	Bq	0,4263757	Fluorine, 4.5% in apatite, 3% in crude ore, in ground	Matéria prima g	0,38193387
Gold, Au 4.9E-5%, in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,4256675	Nitrate	Água kg	0,37736985
Formic acid	Ar	mg	0,4191425	Manganese-54	Água Bq	0,37417606
Sand, unspecified, in ground	Matéria prima	g	0,4182225	Lanthanum-140	Ar mBq	0,37066878
Carbon disulfide	Ar	g	0,4103978	Transformation, to water bodies, artificial	Matéria prima dm2	0,36011983
Atrazine	Solo	µg	0,4057407	Butyrolactone	Ar µg	0,35945964
Wood, primary forest, standing	Matéria prima	cm3	0,4044815	Heptane	Ar g	0,35244694
Occupation, forest, intensive	Matéria prima	m2a	0,3974076	Barium	Água kg	0,34855735
Sylvite, 25 % in sylvinite, in ground	Matéria prima	g	0,3922841	Potassium	Solo g	0,34584241
Gold, Au 1.3E-4%, Ag 4.6E-5%, in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,3921036	Chromium	Ar g	0,34376029
1-Butanol	Água	mg	0,3918237	Phenol	Água g	0,33629611
Occupation, industrial area, built up	Matéria prima	m2a	0,3910047	Lead	Água g	0,33534838
Transformation, from forest, intensive, clear-cutting	Matéria prima	cm2	0,3906397	Magnesium	Água kg	0,33394027
Transformation, from tropical rain forest	Matéria prima	cm2	0,3906397	Methyl amine	Água µg	0,33351675
Transformation, to forest, intensive, clear-cutting	Matéria prima	cm2	0,3906397	Barium	Ar g	0,33091826
Transformation, to forest, intensive, short-cycle	Matéria prima	cm2	0,3906397	Barium	Solo g	0,3240737
Docosane	Água	mg	0,3893137	Silicon	Ar kg	0,31956539
Fluorine, 4.5% in apatite, 3% in crude ore, in ground	Matéria prima	g	0,3830277	Vanadium	Ar g	0,31568301
Barium	Água	kg	0,3788517	Silver, Ag 2.1E-4%, Au 2.1E-4%, in ore, in ground	Matéria prima mg	0,31295213
Nitrate	Água	kg	0,3784136	Arsenic	Solo mg	0,30879509
Manganese-54	Água	Bq	0,3752902	Sodium chlorate	Ar mg	0,29945193
Lanthanum-140	Ar	mBq	0,3718357	Transformation, to arable	Matéria prima dm2	0,29496785
Transformation, to water bodies, artificial	Matéria prima	dm2	0,3612004	Molybdenum, 0.025% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.39% in crude ore, in ground	Matéria prima g	0,29461191
Butyrolactone	Ar	µg	0,3604939	Chloroacetic acid	Água mg	0,2802918
Lead	Água	g	0,3535575	Nickel, 1.98% in silicates, 1.04% in crude ore, in ground	Matéria prima kg	0,27708589
Heptane	Ar	g	0,353546	Thorium-234	Ar Bq	0,27442009
Magnesium	Água	kg	0,3525763	Protactinium-234	Ar Bq	0,27436615
Phenol	Água	g	0,347479	Methyl formate	Ar µg	0,27121888
Potassium	Solo	g	0,3469141	Plutonium-238	Ar µBq	0,26685852
Chromium	Ar	g	0,3467074	Transformation, to forest, intensive	Matéria prima dm2	0,26398648
Methyl amine	Água	µg	0,3344807	Nitrogen, organic bound	Água g	0,2629854
Barium	Ar	g	0,3316755	Tin	Solo mg	0,25934575
Barium	Solo	g	0,3251345	Titanium, ion	Água g	0,25565168
Silicon	Ar	kg	0,3202752	Gas, mine, off-gas, process, coal mining/m3	Matéria prima m3	0,2528947
Vanadium	Ar	g	0,3168263	Sulfur, in ground	Matéria prima g	0,24859958
Silver, Ag 2.1E-4%, Au 2.1E-4%, in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,3138524	Lead	Ar g	0,24853499
Arsenic	Solo	mg	0,3097766	Iodide	Água g	0,24778824
Sodium chlorate	Ar	mg	0,3002946	Barite, 15% in crude ore, in ground	Matéria prima kg	0,24161692

Transformation, to arable	Matéria prima	dm2	0,2959701	Tellurium-132	Água	mBq	0,2399133
Molybdenum, 0.025% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.39% in crude ore, in ground	Matéria prima	g	0,2954817	Nickel	Ar	g	0,23586866
Vinyl acetate	Ar	µg	0,2846919	Hydrocarbons, unspecified	Água	g	0,2248311
Chloroacetic acid	Água	mg	0,2811282	TOC, Total Organic Carbon	Água	kg	0,22456906
Nickel, 1.98% in silicates, 1.04% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg	0,2781632	DOC, Dissolved Organic Carbon	Água	kg	0,2242882
Titanium, ion	Água	g	0,2767735	Occupation, mineral extraction site	Matéria prima	m2a	0,2231238
Thorium-234	Ar	Bq	0,2751903	Granite, in ground	Matéria prima	µg	0,22231353
Protactinium-234	Ar	Bq	0,2751362	Ethyl cellulose	Ar	mg	0,21765882
Methyl formate	Ar	µg	0,2719986	Gold, Au 1.1E-4%, Ag 4.2E-3%, in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,21321087
Plutonium-238	Ar	µBq	0,2676025	Antimony	Solo	µg	0,21186377
Transformation, to forest, intensive	Matéria prima	dm2	0,2646568	TiO2, 54% in ilmenite, 2.6% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg	0,21183305
Nitrogen, organic bound	Água	g	0,2638341	Sodium formate	Água	mg	0,20864773
2-Chloroacetophenone	Ar	µg	0,2622162	Transformation, to permanent crop, fruit, intensive	Matéria prima	cm2	0,20698789
Tin	Solo	mg	0,2600099	Transformation, to industrial area	Matéria prima	dm2	0,20550948
Lead	Ar	g	0,2543012	Carbonate	Água	g	0,20468089
Gas, mine, off-gas, process, coal mining/m3	Matéria prima	m3	0,2537257	Tin, 79% in cassiterite, 0.1% in crude ore, in ground	Matéria prima	g	0,19769633
Transformation, to urban, discontinuously built	Matéria prima	mm2	0,2497676	Cumene	Ar	g	0,19620827
Sulfur, in ground	Matéria prima	g	0,2493739	Transformation, to industrial area, vegetation	Matéria prima	dm2	0,18200003
Iodide	Água	g	0,2484645	Linuron	Solo	mg	0,17922212
Nickel	Ar	g	0,2442439	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified	Água	g	0,1781034
Barite, 15% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg	0,2423229	Mercury	Água	g	0,1778851
Tellurium-132	Água	mBq	0,2406686	Gold, Au 4.3E-4%, in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,17721619
Ammonium chloride	Ar	g	0,2299021	Copper	Ar	g	0,17548144
Hydrocarbons, unspecified	Água	g	0,2256151	Zinc-65	Ar	mBq	0,1722785
TOC, Total Organic Carbon	Água	kg	0,2254202	Molybdenum, 0.11% in sulfide, Mo 4.1E-2% and Cu 0.36% in crude ore, in ground	Matéria prima	g	0,17155445
DOC, Dissolved Organic Carbon	Água	kg	0,2251385	Hydrocarbons, aliphatic, unsaturated	Ar	g	0,16896167
Occupation, mineral extraction site	Matéria prima	m2a	0,2238117	Zirconium-95	Ar	mBq	0,16839881
Granite, in ground	Matéria prima	µg	0,2230019	Benzene, 1,2-dichloro-	Água	mg	0,16747747
Ethyl cellulose	Ar	mg	0,2182852	Zinc	Solo	g	0,16450992
Gold, Au 1.1E-4%, Ag 4.2E-3%, in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,2138244	Occupation, water bodies, artificial	Matéria prima	m2a	0,16343356
TiO2, 54% in ilmenite, 2.6% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg	0,2126885	Hydrogen peroxide	Ar	mg	0,16131668
Antimony	Solo	µg	0,2125174	Thiram	Solo	µg	0,16062466
Sodium formate	Água	mg	0,209175	Dimethylamine	Água	µg	0,15840723
Phenanthrene	Ar	mg	0,2080122	Helium	Ar	g	0,15820144
Transformation, to permanent crop, fruit, intensive	Matéria prima	cm2	0,2076476	Energy, solar, converted	Matéria prima	MJ	0,15751188
Transformation, to	Matéria	dm2	0,2062119	Transformation, to	Matéria	dm2	0,1566636

industrial area	prima			heterogeneous, agricultural	prima		
Carbonate	Água	g	0,2053912	Uranium-235	Ar	Bq	0,15475552
Tin, 79% in cassiterite, 0.1% in crude ore, in ground	Matéria prima	g	0,1982846	Solids, inorganic	Água	kg	0,15261699
Isoprene	Ar	kg	0,1982655	Butene	Água	mg	0,15026482
Cumene	Ar	g	0,1969631	Pd, Pd 7.3E-4%, Pt 2.5E-4%, Rh 2.0E-5%, Ni 2.3E+0%, Cu 3.2E+0% in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,14775412
Transformation, to industrial area, vegetation	Matéria prima	dm2	0,18257	Magnesite, 60% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg	0,14471524
Linuron	Solo	mg	0,1797581	Particulates, > 2.5 um, and < 10um	Ar	kg	0,14399717
Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified	Água	g	0,1786597	Cobalt	Solo	mg	0,14357544
Mercury	Água	g	0,1783952	Acrylate, ion	Água	mg	0,14190164
Gold, Au 4.3E-4%, in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,1777262	Transformation, to industrial area, benthos	Matéria prima	cm2	0,14026358
Copper	Ar	g	0,1760357	Nitrite	Água	g	0,13906815
Zinc-65	Ar	mBq	0,1728209	Methyl amine	Ar	µg	0,13896623
Molybdenum, 0.11% in sulfide, Mo 4.1E-2% and Cu 0.36% in crude ore, in ground	Matéria prima	g	0,1720616	Water, well, in ground	Matéria prima	m3	0,13818102
Hydrocarbons, aliphatic, unsaturated	Ar	g	0,1694438	o-Xylene	Água	µg	0,13548859
Zirconium-95	Ar	mBq	0,168929	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Ar	g	0,1354693
Benzene, 1,2-dichloro-	Água	mg	0,1679594	Dinitrogen monoxide	Ar	kg	0,13502892
Zinc	Solo	g	0,164999	Occupation, industrial area	Matéria prima	m2a	0,13426293
Occupation, water bodies, artificial	Matéria prima	m2a	0,1639013	Sulfuric acid	Ar	mg	0,12600388
Hydrogen peroxide	Ar	mg	0,1617809	Occupation, urban, discontinuously built	Matéria prima	cm2a	0,12503193
Thiram	Solo	µg	0,1611327	Clay, bentonite, in ground	Matéria prima	kg	0,12354662
Dimethylamine	Água	µg	0,1588777	Cadmium	Solo	mg	0,12165324
Helium	Ar	g	0,1586935	Transformation, to dump site	Matéria prima	dm2	0,12164198
Energy, solar, converted	Matéria prima	MJ	0,1579502	Metamorphous rock, graphite containing, in ground	Matéria prima	g	0,11895675
Transformation, to heterogeneous, agricultural	Matéria prima	dm2	0,1571772	Particulates, > 10 um	Ar	kg	0,1182122
Uranium-235	Ar	Bq	0,1551898	Acids, unspecified	Água	mg	0,1168634
Solids, inorganic	Água	kg	0,1530287	Sulfite	Água	g	0,11480492
Particulates, > 2.5 um, and < 10um	Ar	kg	0,152235	Transformation, from pasture and meadow	Matéria prima	m2	0,11388013
Butene	Água	mg	0,150755	Nitrogen, total	Água	g	0,11254541
Pd, Pd 7.3E-4%, Pt 2.5E-4%, Rh 2.0E-5%, Ni 2.3E+0%, Cu 3.2E+0% in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,1481903	Iodine-131	Água	Bq	0,1116606
Magnesite, 60% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg	0,1453124	Aluminium	Ar	kg	0,10992425
PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Ar	g	0,1447666	Transformation, from arable, non-irrigated, fallow	Matéria prima	cm2	0,10929846
Cobalt	Solo	mg	0,1439511	VOC, volatile organic compounds	Ar	kg	0,10896353
Acrylate, ion	Água	mg	0,14231	Particulates, < 2.5 um	Ar	kg	0,10887736
Transformation, to industrial area, benthos	Matéria prima	cm2	0,1407008	Methyl formate	Água	µg	0,10828171
Nitrite	Água	g	0,1394224	Ethyl acetate	Ar	g	0,10801091
Methyl amine	Ar	µg	0,1393679	Methyl ethyl ketone	Ar	g	0,10768122
Water, well, in ground	Matéria	m3	0,1385886	Transformation, from	Matéria	cm2	0,10736062

prima				pasture and meadow, intensive	prima		
o-Xylene	Água	µg	0,1358869	Selenium	Ar	g	0,10283229
Dinitrogen monoxide	Ar	kg	0,1357092	Transformation, to water courses, artificial	Matéria prima	dm2	0,10212757
Occupation, industrial area	Matéria prima	m2a	0,1347103	t-Butyl methyl ether	Ar	mg	0,10212088
Acids, unspecified	Água	mg	0,1270599	Phenol	Ar	g	0,10086557
Sulfuric acid	Ar	mg	0,1263665	Ammonia	Ar	kg	0,09996682
Occupation, urban, discontinuously built	Matéria prima	cm2a	0,1253942	Transformation, to forest	Matéria prima	m2	0,09600626
Clay, bentonite, in ground	Matéria prima	kg	0,1240563	Technetium-99m	Água	Bq	0,09548325
Nitrogen, total	Água	g	0,1223652	Strontium-89	Água	Bq	0,09494443
Transformation, to dump site	Matéria prima	dm2	0,1220357	Chromium, 25.5% in chromite, 11.6% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg	0,09474812
Cadmium	Solo	mg	0,1219996	Water, salt, ocean	Matéria prima	m3	0,09395341
Metamorphous rock, graphite containing, in ground	Matéria prima	g	0,1193118	Cobalt-58	Ar	mBq	0,09381815
Particulates, > 10 µm	Ar	kg	0,1186318	Diethylamine	Água	µg	0,09340579
VOC, volatile organic compounds	Ar	kg	0,1184708	Hydrogen chloride	Ar	kg	0,09277568
Nitrobenzene	Ar	µg	0,1171737	Transformation, from shrub land, sclerophyllous	Matéria prima	m2	0,09246318
Sulfite	Água	g	0,1151206	Transformation, to shrub land, sclerophyllous	Matéria prima	m2	0,09202264
Transformation, from pasture and meadow	Matéria prima	m2	0,1141711	Silver	Ar	mg	0,09114591
Iodine-131	Água	Bq	0,1119824	Benomyl	Solo	µg	0,09053572
Selenium	Ar	g	0,111054	Aluminium, 24% in bauxite, 11% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg	0,09010508
Aluminium	Ar	kg	0,1101745	Occupation, water courses, artificial	Matéria prima	m2a	0,08849252
Transformation, from arable, non-irrigated, fallow	Matéria prima	cm2	0,1096329	Occupation, traffic area, rail network	Matéria prima	m2a	0,08789399
Particulates, < 2.5 µm	Ar	kg	0,1093023	Occupation, industrial area, vegetation	Matéria prima	m2a	0,08785346
Methyl formate	Água	µg	0,108593	Oils, biogenic	Solo	g	0,08785057
Ethyl acetate	Ar	g	0,1083223	Sodium formate	Ar	mg	0,0868467
Methyl ethyl ketone	Ar	g	0,1079922	Vanadium	Solo	mg	0,08625413
Transformation, from pasture and meadow, intensive	Matéria prima	cm2	0,1076773	Molybdenum, 0.022% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.36% in crude ore, in ground	Matéria prima	g	0,08571169
t-Butyl methyl ether	Ar	mg	0,1025389	Aniline	Ar	µg	0,08567991
Transformation, to water courses, artificial	Matéria prima	dm2	0,1024311	Furan	Ar	mg	0,08073888
Phenol	Ar	g	0,1013139	Molybdenum, 0.014% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.81% in crude ore, in ground	Matéria prima	g	0,08039965
Ammonia	Ar	kg	0,1005311	Occupation, traffic area, rail embankment	Matéria prima	m2a	0,07948683
Hydrogen chloride	Ar	kg	0,1002995	Chloroform	Ar	mg	0,07831563
Transformation, to forest	Matéria prima	m2	0,0962489	Sulfuric acid	Solo	µg	0,07773719
Technetium-99m	Água	Bq	0,0957837	Occupation, traffic area, road embankment	Matéria prima	m2a	0,07761691
Strontium-89	Água	Bq	0,0952333	Vanadium, ion	Água	g	0,07700104
Chromium, 25.5% in chromite, 11.6% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg	0,0951053	Transformation, to unknown	Matéria prima	dm2	0,07614839
Water, salt, ocean	Matéria prima	m3	0,0942392	Toluene, 2-chloro-	Água	µg	0,07597641
Cobalt-58	Ar	mBq	0,0941135	Manganese	Solo	g	0,07303968
Diethylamine	Água	µg	0,0936774	Benzene, 1,2-dichloro-	Ar	µg	0,07263092

Transformation, from shrub land, sclerophyllous	Matéria prima	m2	0,0926948	Oils, unspecified	Água	kg	0,07179012
Transformation, to shrub land, sclerophyllous	Matéria prima	m2	0,092253	Molybdenum	Solo	mg	0,06978986
Silver	Ar	mg	0,0913539	2-Methyl-1-propanol	Água	µg	0,06920332
Benomyl	Solo	µg	0,0908221	Iron, ion	Água	kg	0,06817346
Aluminium, 24% in bauxite, 11% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg	0,0903808	Methyl acrylate	Ar	mg	0,06802501
Occupation, water courses, artificial	Matéria prima	m2a	0,0887568	Ethylene oxide	Água	mg	0,06779332
Occupation, traffic area, rail network	Matéria prima	m2a	0,0881511	1-Propanol	Água	µg	0,06751494
Occupation, industrial area, vegetation	Matéria prima	m2a	0,0881286	Chromium-51	Ar	mBq	0,06737295
Oils, biogenic	Solo	g	0,0881084	Formamide	Água	µg	0,06720993
Sodium formate	Ar	mg	0,0870662	Antimony-125	Ar	mBq	0,066673
Vanadium	Solo	mg	0,0864927	Cadmium, ion	Água	g	0,06595233
Molybdenum, 0.022% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.36% in crude ore, in ground	Matéria prima	g	0,085965	Ethene	Água	g	0,06550198
Aniline	Ar	µg	0,0859289	Benzene, ethyl-	Água	g	0,06446168
Furan	Ar	mg	0,0810224	Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	Ar	g	0,06415987
Molybdenum, 0.014% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.81% in crude ore, in ground	Matéria prima	g	0,080637	Manganese	Ar	g	0,06290044
Occupation, traffic area, rail embankment	Matéria prima	m2a	0,0797193	Carbon, in organic matter, in soil	Matéria prima	g	0,06269583
Chloroform	Ar	mg	0,0787124	Urea	Água	µg	0,06255895
Sulfuric acid	Solo	µg	0,0779609	Acetone	Ar	g	0,06181086
Occupation, traffic area, road embankment	Matéria prima	m2a	0,0778472	Oils, unspecified	Solo	kg	0,06150771
Vanadium, ion	Água	g	0,0771838	Pd, Pd 2.0E-4%, Pt 4.8E-4%, Rh 2.4E-5%, Ni 3.7E-2%, Cu 5.2E-2% in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,06148308
Transformation, to unknown	Matéria prima	dm2	0,0763951	Acrylic acid	Ar	mg	0,05995581
Toluene, 2-chloro-	Água	µg	0,0761976	Cadmium, 0.30% in sulfide, Cd 0.18%, Pb, Zn, Ag, In, in ground	Matéria prima	g	0,05911664
Manganese	Solo	g	0,0732541	Ethane, 1,1-difluoro-, HFC-152a	Ar	mg	0,05775149
Benzene, 1,2-dichloro-	Ar	µg	0,0728425	Dipropylamine	Água	µg	0,05740131
Oils, unspecified	Água	kg	0,0726717	Tellurium-123m	Água	Bq	0,05716559
Molybdenum	Solo	mg	0,0699702	Chloramine	Ar	µg	0,05692227
2-Methyl-1-propanol	Água	µg	0,0693968	Methane, biogenic	Ar	kg	0,05682241
Iron, ion	Água	kg	0,0683478	Phosphorus	Água	g	0,05627538
Methyl acrylate	Ar	mg	0,0682208	Silicon	Água	kg	0,05590603
Ethylene oxide	Água	mg	0,0679885	Ethanol	Ar	g	0,05533114
1-Propanol	Água	µg	0,0677061	Arsenic	Ar	g	0,05409284
Chromium-51	Ar	mBq	0,0675851	Phosphorus	Solo	g	0,05380582
Formamide	Água	µg	0,0673962	Mercury	Ar	g	0,05366346
Benzene, ethyl-	Água	g	0,0673196	TiO2, 95% in rutile, 0.40% in crude ore, in ground	Matéria prima	mg	0,05344483
Cadmium, ion	Água	g	0,0672877	Fluoride	Solo	g	0,05323941
Antimony-125	Ar	mBq	0,0668829	Propanal	Água	µg	0,05319896
Manganese	Ar	g	0,0662849	Uranium	Ar	mg	0,05306564
Ethene	Água	g	0,0656695	Chloride	Solo	kg	0,0521893
Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	Ar	g	0,0643514	Ammonium carbonate	Ar	mg	0,0519051
Carbon, in organic matter, in soil	Matéria prima	g	0,0628941	Cyanide	Água	g	0,05188337
Urea	Água	µg	0,0627327	Phosphine	Ar	µg	0,05182506
Acetone	Ar	g	0,0620004	Cesium-134	Ar	mBq	0,05035428
Oils, unspecified	Solo	kg	0,0617006	Carbofuran	Solo	mg	0,04963513
Pd, Pd 2.0E-4%, Pt 4.8E-	Matéria	mg	0,0616646	Thorium	Ar	mg	0,04787996

4%, Rh 2.4E-5%, Ni 3.7E-2%, Cu 5.2E-2% in ore, in ground	prima					
Acrylic acid	Ar	mg	0,0601283	Chlorosulfonic acid	Água	µg 0,04665315
Cadmium, 0.30% in sulfide, Cd 0.18%, Pb, Zn, Ag, In, in ground	Matéria prima	g	0,0592933	Niobium-95	Água	Bq 0,0463683
Ethane, 1,1-difluoro-, HFC-152a	Ar	mg	0,0579121	Iodine, 0.03% in water	Matéria prima	mg 0,04587704
Dipropylamine	Água	µg	0,0575681	Propanal	Ar	mg 0,04569965
Tellurium-123m	Água	Bq	0,0573255	Lactic acid	Água	µg 0,04496424
Chloramine	Ar	µg	0,0570807	Gold, Au 9.7E-4%, Ag 9.7E- 4%, Zn 0.63%, Cu 0.38%, Pb 0.014%, in ore, in ground	Matéria prima	mg 0,04440012
Methane, biogenic	Ar	kg	0,0570647	Acetonitrile	Ar	mg 0,04233669
Arsenic	Ar	g	0,0568296	Hypochlorite	Água	g 0,04228682
Phosphorus	Água	g	0,0564388	Scandium	Ar	mg 0,04224825
Silicon	Água	kg	0,056045	Transformation, to mineral extraction site	Matéria prima	m2 0,0418933
Ethanol	Ar	g	0,0555155	Diethylamine	Ar	µg 0,03891907
Mercury	Ar	g	0,0543585	Iodine	Ar	g 0,0380304
Phosphorus	Solo	g	0,0539711	Toluene, 2-chloro-	Ar	µg 0,03772522
TiO2, 95% in rutile, 0.40% in crude ore, in ground	Matéria prima	mg	0,0536017	Molybdenum	Ar	g 0,03745491
Fluoride	Solo	g	0,053407	1-Pentanol	Água	µg 0,03674787
Propanal	Água	µg	0,0533464	Benzene, ethyl-	Ar	g 0,03661359
Uranium	Ar	mg	0,0532564	Shale, in ground	Matéria prima	g 0,03629498
Chloride	Solo	kg	0,0523458	Transformation, to traffic area, road embankment	Matéria prima	dm2 0,03598131
Ammonium carbonate	Ar	mg	0,0520626	Butene	Ar	g 0,03530757
Cyanide	Água	g	0,0520613	Terpenes	Ar	mg 0,03528041
Phosphine	Ar	µg	0,0519742	Aluminium	Água	kg 0,03460417
Cesium-134	Ar	mBq	0,0505128	Manganese-54	Ar	mBq 0,03450218
Carbofuran	Solo	mg	0,0497921	Transformation, from unknown	Matéria prima	m2 0,03444391
Thorium	Ar	mg	0,0480571	Phosphate	Água	kg 0,03379208
Propanal	Ar	mg	0,0469355	Benzaldehyde	Ar	mg 0,03142975
Chlorosulfonic acid	Água	µg	0,0467926	Methane, trichlorofluoro-, CFC-11	Ar	µg 0,03141207
Niobium-95	Água	Bq	0,0465017	Sodium-24	Água	Bq 0,03135018
Iodine, 0.03% in water	Matéria prima	mg	0,0460071	Chromium VI	Solo	g 0,03077832
Lactic acid	Água	µg	0,0450949	Copper, 2.19% in sulfide, Cu 1.83% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg 0,03063904
Gold, Au 9.7E-4%, Ag 9.7E-4%, Zn 0.63%, Cu 0.38%, Pb 0.014%, in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,0445279	Transformation, from forest	Matéria prima	m2 0,02980269
Acetonitrile	Ar	mg	0,0424706	Radioactive species, alpha emitters	Água	Bq 0,02975623
Hypochlorite	Água	g	0,0424031	Wood, unspecified, standing/m3	Matéria prima	cm3 0,02894498
Scandium	Ar	mg	0,0424014	Acetyl chloride	Água	µg 0,02886793
Transformation, to mineral extraction site	Matéria prima	m2	0,0420277	2-Methyl-1-propanol	Ar	µg 0,02883502
Diethylamine	Ar	µg	0,0390322	Platinum	Ar	µg 0,02848485
Iodine	Ar	g	0,038135	Formamide	Ar	µg 0,02800325
Molybdenum	Ar	g	0,0378841	1-Pentene	Água	µg 0,02776929
Toluene, 2-chloro-	Ar	µg	0,0378352	Copper	Solo	g 0,02740757
1-Pentanol	Água	µg	0,0368497	Transformation, from industrial area	Matéria prima	dm2 0,02728405
Benzene, ethyl-	Ar	g	0,0367285	Methanol	Água	g 0,02653636
Shale, in ground	Matéria prima	g	0,0364284	Silicon tetrafluoride	Ar	mg 0,02609609
Transformation, to traffic area, road embankment	Matéria prima	dm2	0,0360875	Cobalt	Ar	g 0,02581589

Butene	Ar	g	0,0354177	Propionic acid	Água	µg	0,02560365
Terpenes	Ar	mg	0,035392	Cobalt-57	Água	Bq	0,02541538
Manganese-54	Ar	mBq	0,0346108	Fluorspar, 92%, in ground	Matéria prima	kg	0,02533273
Transformation, from unknown	Matéria prima	m2	0,0345613	Methane, dichlorodifluoro-, CFC-12	Ar	mg	0,02443478
Phosphate	Água	kg	0,0338887	Transformation, from forest, extensive	Matéria prima	m2	0,02393225
Benzaldehyde	Ar	mg	0,03152	Dipropylamine	Ar	µg	0,02391713
Methane, trichlorofluoro-, CFC-11	Ar	µg	0,0315024	Methane, monochloro-, R-40	Ar	mg	0,02385159
Sodium-24	Água	Bq	0,0314489	Gypsum, in ground	Matéria prima	g	0,02377213
Chromium VI	Solo	g	0,0308692	Dolomite, in ground	Matéria prima	kg	0,02341631
Copper, 2.19% in sulfide, Cu 1.83% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg	0,0307295	Diatomite, in ground	Matéria prima	mg	0,02331663
Transformation, from forest	Matéria prima	m2	0,0299009	Aclonifen	Solo	mg	0,02321853
Radioactive species, alpha emitters	Água	Bq	0,0298415	2-Propanol	Ar	g	0,02317279
Wood, unspecified, standing/m3	Matéria prima	cm3	0,0290263	Copper, 1.18% in sulfide, Cu 0.39% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg	0,02307548
Acetyl chloride	Água	µg	0,0289479	Transformation, to traffic area, road network	Matéria prima	m2	0,02232223
2-Methyl-1-propanol	Ar	µg	0,0289156	Titanium	Ar	g	0,0216209
Platinum	Ar	µg	0,0285645	Propylamine	Água	µg	0,02128332
Formamide	Ar	µg	0,0280809	Actinides, radioactive, unspecified	Ar	Bq	0,02104872
1-Pentene	Água	µg	0,0278463	Transformation, to forest, intensive, normal	Matéria prima	m2	0,02101224
Copper	Solo	g	0,0274869	Strontium	Água	kg	0,02100678
Transformation, from industrial area	Matéria prima	dm2	0,027375	Ulexite, in ground	Matéria prima	g	0,02063419
Cobalt	Ar	g	0,0269176	Methyl lactate	Ar	µg	0,02056774
Methanol	Água	g	0,0266336	Zinc, 9.0% in sulfide, Zn 5.3%, Pb, Ag, Cd, In, in ground	Matéria prima	kg	0,02040222
Silicon tetrafluoride	Ar	mg	0,0261708	Transformation, to traffic area, rail network	Matéria prima	dm2	0,02032989
Propionic acid	Água	µg	0,0256817	Cadmium	Ar	g	0,02018185
Cobalt-57	Água	Bq	0,0254954	Basalt, in ground	Matéria prima	kg	0,02014348
Methane, monochloro-, R-40	Ar	mg	0,0254607	Formic acid	Água	µg	0,01951037
Fluorspar, 92%, in ground	Matéria prima	kg	0,025404	Methane, dichlorofluoro-, HCFC-21	Ar	µg	0,0193493
Methane, dichlorodifluoro-, CFC-12	Ar	mg	0,0252491	Dimethyl malonate	Ar	µg	0,01921254
Transformation, from forest, extensive	Matéria prima	m2	0,0240033	Ethene, chloro-	Água	mg	0,01906027
Dipropylamine	Ar	µg	0,0239866	Sulfide	Água	g	0,0190479
Gypsum, in ground	Matéria prima	g	0,0238773	Lactic acid	Ar	µg	0,01873488
Dolomite, in ground	Matéria prima	kg	0,0235132	Chlorosulfonic acid	Ar	µg	0,01870804
Diatomite, in ground	Matéria prima	mg	0,0233858	Mercury	Solo	mg	0,0185521
Aclonifen	Solo	mg	0,023288	Transformation, to traffic area, rail embankment	Matéria prima	dm2	0,0184963
2-Propanol	Ar	g	0,0232395	Cobalt	Água	g	0,01846023
Copper, 1.18% in sulfide, Cu 0.39% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg	0,0231436	Propionic acid	Ar	g	0,01840379
Strontium	Água	kg	0,0226071	Metribuzin	Solo	mg	0,01767853
Transformation, to traffic area, road network	Matéria prima	m2	0,0222941	Methane, tetrafluoro-, CFC-14	Ar	g	0,01708063

Titanium	Ar	g	0,0216571	Triethylene glycol	Água	g	0,01674772
Propylamine	Água	µg	0,0213423	Chromium VI	Água	kg	0,01659405
Actinides, radioactive, unspecified	Ar	Bq	0,0211084	Hydrocarbons, aliphatic, unsaturated	Água	g	0,01644026
Transformation, to forest, intensive, normal	Matéria prima	m2	0,0210757	Methane, dichloro-, HCC-30	Água	g	0,01640852
Ulexite, in ground	Matéria prima	g	0,0206911	Fenpiclonil	Solo	mg	0,01601591
Methyl lactate	Ar	µg	0,0206275	Water, salt, sole	Matéria prima	m3	0,01590309
Cadmium	Ar	g	0,020626	Methanesulfonic acid	Ar	µg	0,015482
Zinc, 9.0% in sulfide, Zn 5.3%, Pb, Ag, Cd, In, in ground	Matéria prima	kg	0,0204623	Cyanoacetic acid	Ar	µg	0,01532128
Transformation, to traffic area, rail network	Matéria prima	dm2	0,0203893	1-Pentanol	Ar	µg	0,01531153
Sulfide	Água	g	0,0202678	Ethyne	Ar	g	0,01442721
Basalt, in ground	Matéria prima	kg	0,0202049	2,4-D	Solo	mg	0,01430204
Formic acid	Água	µg	0,0195645	Rubidium	Água	g	0,01370012
Cobalt	Água	g	0,0194142	Formaldehyde	Água	g	0,01343248
Methane, dichlorofluoro-, HCFC-21	Ar	µg	0,0194049	Chromium VI	Ar	g	0,01343136
Dimethyl malonate	Ar	µg	0,01927	Transformation, to arable, non-irrigated	Matéria prima	m2	0,01317202
Ethene, chloro-	Água	mg	0,0191162	Strontium	Ar	g	0,01316376
Lactic acid	Ar	µg	0,0187893	Transformation, from arable, non-irrigated	Matéria prima	m2	0,01316131
Chlorosulfonic acid	Ar	µg	0,018764	Iron	Solo	kg	0,0131081
Mercury	Solo	mg	0,0185997	Acetonitrile	Água	µg	0,0128292
Transformation, to traffic area, rail embankment	Matéria prima	dm2	0,0185504	Anhydrite, in ground	Matéria prima	g	0,01282038
Propionic acid	Ar	g	0,018475	Lanthanum-140	Água	Bq	0,01201713
Metribuzin	Solo	mg	0,0177273	Hydrogen fluoride	Ar	kg	0,01198915
Methane, tetrafluoro-, CFC-14	Ar	g	0,0171318	Boron	Solo	g	0,01193588
Triethylene glycol	Água	g	0,016812	Occupation, dump site, benthos	Matéria prima	m2a	0,01186
Chromium VI	Água	kg	0,0167708	Bentazone	Solo	mg	0,01184989
Hydrocarbons, aliphatic, unsaturated	Água	g	0,0164916	Volume occupied, underground deposit	Matéria prima	l	0,01184891
Methane, dichloro-, HCC-30	Água	g	0,0164622	1-Pentene	Ar	µg	0,01157083
Fenpiclonil	Solo	mg	0,0160603	Barium-140	Água	Bq	0,01128321
Water, salt, sole	Matéria prima	m3	0,0159528	Chlorosilane, trimethyl-	Ar	mg	0,01102832
Methanesulfonic acid	Ar	µg	0,0155283	Sulfur hexafluoride	Ar	g	0,00949671
Cyanoacetic acid	Ar	µg	0,0153671	Chloroacetic acid	Ar	mg	0,00910714
1-Pentanol	Ar	µg	0,015354	Silver-110	Ar	mBq	0,00891822
Ethyne	Ar	g	0,0144812	Propylamine	Ar	µg	0,0088681
2,4-D	Solo	mg	0,0143472	Kieserite, 25% in crude ore, in ground	Matéria prima	g	0,00859725
Chromium VI	Ar	g	0,0139489	Acenaphthene	Água	mg	0,00852146
Rubidium	Água	g	0,0137429	Hydrogen sulfide	Água	g	0,00842337
Formaldehyde	Água	g	0,0134759	Tungsten	Água	g	0,00798711
Transformation, to arable, non-irrigated	Matéria prima	m2	0,0132109	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Água	g	0,00793125
Strontium	Ar	g	0,0132047	Manganese, 35.7% in sedimentary deposit, 14.2% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg	0,00792081
Transformation, from arable, non-irrigated	Matéria prima	m2	0,0132001	Water	Ar	kg	0,00777878
Iron	Solo	kg	0,0131462	Water, lake	Matéria prima	m3	0,00776541
Hydrogen fluoride	Ar	kg	0,0129204	Iodine-133	Ar	Bq	0,00770564
Acetonitrile	Água	µg	0,0128675	Barite	Água	kg	0,00738959
Anhydrite, in ground	Matéria prima	g	0,0128675	Vermiculite, in ground	Matéria prima	g	0,00738081
Lanthanum-140	Água	Bq	0,012055	Occupation, arable, non-	Matéria prima	m2a	0,0071328

				irrigated	prima		
Boron	Solo	g	0,0119732	Cypermethrin	Solo	mg	0,00711962
Volume occupied, underground deposit	Matéria prima	l	0,0119037	Iodine-133	Água	Bq	0,00708334
Occupation, dump site, benthos	Matéria prima	m2a	0,0119023	Phenol, 2,4-dichloro-	Ar	µg	0,00680619
Bentazone	Solo	mg	0,0118853	Glyphosate	Solo	g	0,00663426
1-Pentene	Ar	µg	0,0116029	Strontium	Solo	g	0,0065265
Barium-140	Água	Bq	0,0113187	Antimony-124	Ar	mBq	0,00638884
Chlorosilane, trimethyl-	Ar	mg	0,0110617	2-Methyl-2-butene	Água	ng	0,00615966
Sulfur hexafluoride	Ar	g	0,0095229	Copper, 1.42% in sulfide, Cu 0.81% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg	0,00612096
Chloroacetic acid	Ar	mg	0,0091339	Pt, Pt 4.8E-4%, Pd 2.0E-4%, Rh 2.4E-5%, Ni 3.7E-2%, Cu 5.2E-2% in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,00596277
Silver-110	Ar	mBq	0,0089463	Methyl borate	Ar	µg	0,00582235
Propylamine	Ar	µg	0,0088927	Ethane	Ar	kg	0,00577277
Kieserite, 25% in crude ore, in ground	Matéria prima	g	0,0086217	Methane, chlorodifluoro-, HCFC-22	Ar	g	0,00572307
Acenaphthene	Água	mg	0,0085481	Carboxylic acids, unspecified	Água	kg	0,00565148
Hydrogen sulfide	Água	g	0,0084583	Ethane, 1,2-dichloro-	Ar	g	0,00564216
Tungsten	Água	g	0,0080095	Carbon dioxide, land transformation	Ar	kg	0,00564072
PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Água	g	0,0079561	Metallic ions, unspecified	Água	mg	0,00548209
Manganese, 35.7% in sedimentary deposit, 14.2% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg	0,0079445	Iodine-135	Ar	Bq	0,00546567
Water	Ar	kg	0,0078049	Chloroacetyl chloride	Água	µg	0,00537137
Water, lake	Matéria prima	m3	0,0077919	Scandium	Água	g	0,00502758
Iodine-133	Ar	Bq	0,0077291	Zirconium-95	Água	Bq	0,00492199
Barite	Água	kg	0,007416	Chromium	Solo	g	0,00473193
Vermiculite, in ground	Matéria prima	g	0,007406	Lead, 5.0% in sulfide, Pb 3.0%, Zn, Ag, Cd, In, in ground	Matéria prima	kg	0,00465165
Occupation, arable, non-irrigated	Matéria prima	m2a	0,0071538	Carbetamide	Solo	mg	0,00458609
Cypermethrin	Solo	mg	0,0071421	Cerium-141	Água	Bq	0,00451123
Iodine-133	Água	Bq	0,0071056	Energy, gross calorific value, in biomass, primary forest	Matéria prima	MJ	0,00434663
Phenol, 2,4-dichloro-	Ar	µg	0,0068272	Benzal chloride	Ar	ng	0,00433754
Glyphosate	Solo	g	0,0066538	Barium-140	Ar	Bq	0,004337
Strontium	Solo	g	0,0065479	Acidity, unspecified	Água	g	0,00433404
Antimony-124	Ar	mBq	0,006409	Carbon	Solo	kg	0,0042403
2-Methyl-2-butene	Água	ng	0,0061767	Copper, 0.99% in sulfide, Cu 0.36% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg	0,00419985
Copper, 1.42% in sulfide, Cu 0.81% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg	0,006139	Antimony	Ar	g	0,00418929
Pt, Pt 4.8E-4%, Pd 2.0E-4%, Rh 2.4E-5%, Ni 3.7E-2%, Cu 5.2E-2% in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,00598	Molybdenum-99	Água	Bq	0,00414337
Metallic ions, unspecified	Água	mg	0,0059604	Formate	Água	mg	0,00413188
Methyl borate	Ar	µg	0,0058385	Niobium-95	Ar	mBq	0,00409573
Ethane	Ar	kg	0,0057941	Fluorine	Ar	g	0,00406237
Methane, chlorodifluoro-, HCFC-22	Ar	g	0,0057444	Tebutam	Solo	mg	0,00403506
Carboxylic acids, unspecified	Água	kg	0,0056692	2-Aminopropanol	Água	µg	0,00402753
Ethane, 1,2-dichloro-	Ar	g	0,0056576	Fluosilicic acid	Água	g	0,00399184
Carbon dioxide, land transformation	Ar	kg	0,0056565	Chlorine	Água	g	0,00393284

Iodine-135	Ar	Bq	0,0054811	Calcium	Solo	kg	0,00386684
Chloroacetyl chloride	Água	µg	0,0053874	Ethylene oxide	Ar	g	0,0035907
Scandium	Água	g	0,0050416	Phosphorus, 18% in apatite, 4% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg	0,00345996
Zirconium-95	Água	Bq	0,0049375	Propane	Ar	kg	0,00332491
Chromium	Solo	g	0,0047466	Pentane	Ar	kg	0,00320191
Lead, 5.0% in sulfide, Pb 3.0%, Zn, Ag, Cd, In, in ground	Matéria prima	kg	0,0046655	Monoethanolamine	Ar	g	0,0030526
Carbetamide	Solo	mg	0,0045997	Peat, in ground	Matéria prima	kg	0,00303373
Cerium-141	Água	Bq	0,0045254	Titanium	Solo	g	0,00301342
Energy, gross calorific value, in biomass, primary forest	Matéria prima	MJ	0,0043604	Nitrate	Ar	g	0,0029588
Barium-140	Ar	Bq	0,0043507	Borate	Água	mg	0,00294463
Benzal chloride	Ar	ng	0,0043503	2-Nitrobenzoic acid	Ar	µg	0,00273687
Acidity, unspecified	Água	g	0,0043481	Trimethylamine	Água	µg	0,00270164
Antimony	Ar	g	0,0043092	Iron	Ar	kg	0,00265933
Carbon	Solo	kg	0,0042526	Antimony-122	Água	Bq	0,00257577
Copper, 0.99% in sulfide, Cu 0.36% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg	0,0042122	2-Butene, 2-methyl-	Ar	ng	0,00256645
Molybdenum-99	Água	Bq	0,0041564	AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl	Água	g	0,00251821
Formate	Água	mg	0,0041443	Butane	Ar	kg	0,00250816
Niobium-95	Ar	mBq	0,0041086	Transformation, to urban, discontinuously built	Matéria prima	cm2	0,00249046
Fluorine	Ar	g	0,0040756	Tributyltin compounds	Água	g	0,0024222
Tebutam	Solo	mg	0,004047	Benzene, 1-methyl-2-nitro-	Ar	µg	0,0023634
2-Aminopropanol	Água	µg	0,0040395	Volume occupied, final repository for low-active radioactive waste	Matéria prima	l	0,00230054
Fluosilicic acid	Água	g	0,0040038	Silver, ion	Água	g	0,00226833
Chlorine	Água	g	0,0039462	Fluosilicic acid	Ar	g	0,00221771
Calcium	Solo	kg	0,0038787	1-Propanol	Ar	mg	0,00220893
Ethylene oxide	Ar	g	0,0036051	Wood, soft, standing	Matéria prima	m3	0,00210999
Phosphorus, 18% in apatite, 4% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg	0,0034699	m-Xylene	Ar	g	0,00210488
Propane	Ar	kg	0,0033364	Ethane, hexafluoro-, HFC-116	Ar	g	0,00209503
Pentane	Ar	kg	0,0032127	Sulfate	Ar	kg	0,00204004
Monoethanolamine	Ar	g	0,0030614	Anthranilic acid	Ar	µg	0,00199713
Peat, in ground	Matéria prima	kg	0,0030421	Hydrocarbons, chlorinated	Ar	g	0,00197942
Titanium	Solo	g	0,0030218	Iron-59	Água	Bq	0,00194734
Nitrate	Ar	g	0,0029672	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified	Ar	kg	0,00188165
Borate	Água	mg	0,0029528	Rh, Rh 2.4E-5%, Pt 4.8E-4%, Pd 2.0E-4%, Ni 3.7E-2%, Cu 5.2E-2% in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,00187815
2-Nitrobenzoic acid	Ar	µg	0,0027451	t-Butyl methyl ether	Água	g	0,00186666
Trimethylamine	Água	µg	0,0027097	Benzo(a)pyrene	Ar	g	0,00170862
Antimony-122	Água	Bq	0,0025839	Napropamide	Solo	mg	0,00170289
2-Butene, 2-methyl-	Ar	ng	0,0025736	Carbon disulfide	Água	mg	0,00168099
AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl	Água	g	0,0025255	Pt, Pt 2.5E-4%, Pd 7.3E-4%, Rh 2.0E-5%, Ni 2.3E+0%, Cu 3.2E+0% in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,00166327
Butane	Ar	kg	0,0025166	2-Aminopropanol	Ar	µg	0,00160619
Tributyltin compounds	Água	g	0,0024303	Methyl acetate	Água	µg	0,00152096
Benzene, 1-methyl-2-nitro-	Ar	µg	0,0023705	Occupation, permanent crop, fruit, intensive	Matéria prima	m2a	0,00147033
Volume occupied, final	Matéria	l	0,002307	Hydrogen peroxide	Água	g	0,00139675

repository for low-active radioactive waste	prima					
Fluosilicic acid	Ar	g	0,0022244	Cerium-144	Água	Bq 0,00137335
1-Propanol	Ar	mg	0,0022151	Isocyanic acid	Ar	g 0,00134594
Wood, soft, standing	Matéria prima	m3	0,0021159	Metolachlor	Solo	g 0,00129472
m-Xylene	Ar	g	0,0021107	Teflubenzuron	Solo	mg 0,00117857
Ethane, hexafluoro-, HFC-116	Ar	g	0,0021013	Borax, in ground	Matéria prima	g 0,00114394
Sulfate	Ar	kg	0,002047	Trimethylamine	Ar	µg 0,0011257
Anthranilic acid	Ar	µg	0,0020031	Pirimicarb	Solo	mg 0,00112088
Hydrocarbons, chlorinated	Ar	g	0,0019855	Occupation, forest, intensive, short-cycle	Matéria prima	m2a 0,00109034
Iron-59	Água	Bq	0,0019535	Cerium-141	Ar	Bq 0,00105135
Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified	Ar	kg	0,0018892	Ethylene diamine	Água	mg 0,00104085
Rh, Rh 2.4E-5%, Pt 4.8E-4%, Pd 2.0E-4%, Ni 3.7E-2%, Cu 5.2E-2% in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,0018838	Hydrogen sulfide	Ar	kg 0,00097379
t-Butyl methyl ether	Água	g	0,0018725	Metaldehyde	Solo	mg 0,00096253
Benzo(a)pyrene	Ar	g	0,0017141	Sulfur trioxide	Ar	mg 0,0009511
Napropamide	Solo	mg	0,0017079	Ruthenium-103	Ar	mBq 0,00089983
Carbon disulfide	Água	mg	0,0016856	Cesium-137	Ar	Bq 0,00089263
Pt, Pt 2.5E-4%, Pd 7.3E-4%, Rh 2.0E-5%, Ni 2.3E+0%, Cu 3.2E+0% in ore, in ground	Matéria prima	mg	0,0016681	Ruthenium-103	Água	Bq 0,00087429
2-Aminopropanol	Ar	µg	0,001611	Lithium, 0.15% in brine, in ground	Matéria prima	mg 0,00081015
Methyl acetate	Água	µg	0,0015255	Wood, hard, standing	Matéria prima	m3 0,00069108
Occupation, permanent crop, fruit, intensive	Matéria prima	m2a	0,001475	Kaolinite, 24% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg 0,00065133
Hydrogen peroxide	Água	g	0,0014008	Methyl acetate	Ar	µg 0,00063375
Cerium-144	Água	Bq	0,0013777	Hydrocarbons, aromatic	Ar	kg 0,00060659
Metolachlor	Solo	g	0,0012986	Chloramine	Água	mg 0,00050957
Teflubenzuron	Solo	mg	0,0011818	Mancozeb	Solo	g 0,00050209
Borax, in ground	Matéria prima	g	0,0011474	Nitrobenzene	Água	mg 0,00046822
Trimethylamine	Ar	µg	0,0011291	Transformation, from dump site, inert material landfill	Matéria prima	m2 0,00044045
Pirimicarb	Solo	mg	0,0011242	Transformation, to dump site, inert material landfill	Matéria prima	m2 0,00044045
Occupation, forest, intensive, short-cycle	Matéria prima	m2a	0,0010938	Ethylene diamine	Ar	mg 0,00043213
Ethylene diamine	Água	mg	0,0010438	Zinc	Ar	kg 0,00041984
Hydrogen sulfide	Ar	kg	0,0009776	Chlorothalonil	Solo	g 0,00038658
Metaldehyde	Solo	mg	0,0009654	Ethene	Ar	kg 0,00036138
Sulfur trioxide	Ar	mg	0,0009539	Ethane, 1,2-dichloro-	Água	g 0,00027453
Lithium, 0.15% in brine, in ground	Matéria prima	mg	0,0008124	Aniline	Água	mg 0,00020672
Kaolinite, 24% in crude ore, in ground	Matéria prima	kg	0,0006533	Bromine, 0.0023% in water	Matéria prima	g 0,00019732
Hydrocarbons, aromatic	Ar	kg	0,000609	Talc, in ground	Matéria prima	kg 0,00018604
Chloramine	Água	mg	0,000511	Zirconium	Ar	g 0,00016005
Mancozeb	Solo	g	0,0005035	Polychlorinated biphenyls	Ar	g 0,00014607
Nitrobenzene	Água	mg	0,0004696	Nitrobenzene	Ar	mg 0,00011683
Transformation, from dump site, inert material landfill	Matéria prima	m2	0,0004418	Orbencarb	Solo	g 9,55E-05
Transformation, to dump site, inert material landfill	Matéria prima	m2	0,0004418	Ethylamine	Água	mg 5,09E-05
Ethylene diamine	Ar	mg	0,0004334	t-Butylamine	Água	mg 3,22E-05
Zinc	Ar	kg	0,0004214	Feldspar, in ground	Matéria prima	g 2,67E-05
Chlorothalonil	Solo	g	0,0003876	Ethylamine	Ar	mg 2,12E-05
Ethene	Ar	kg	0,0003627	Metals, unspecified	Ar	mg 2,06E-05

Ethane, 1,2-dichloro-	Água	g	0,0002753	2-Propanol	Água	mg	1,87E-05
Aniline	Água	mg	0,0002073	t-Butylamine	Ar	mg	1,34E-05
Bromine, 0.0023% in water	Matéria prima	g	0,0001979	Isopropylamine	Água	mg	8,13E-06
Talc, in ground	Matéria prima	kg	0,0001865	1-Butanol	Ar	mg	6,75E-06
Zirconium	Ar	g	0,0001607	Isopropylamine	Ar	mg	3,39E-06
Polychlorinated biphenyls	Ar	g	0,0001467				
Orbencarb	Solo	g	9,57E-05				
Ethylamine	Água	mg	5,10E-05				
t-Butylamine	Água	mg	3,23E-05				
	Matéria prima						
Feldspar, in ground	Ar	g	2,68E-05				
Metals, unspecified	Ar	mg	2,24E-05				
Ethylamine	Ar	mg	2,13E-05				
2-Propanol	Água	mg	1,88E-05				
t-Butylamine	Ar	mg	1,34E-05				
Isopropylamine	Água	mg	8,15E-06				
Isopropylamine	Ar	mg	3,40E-06				
1-Butanol	Ar	g	6,77E-09				

ANÁLISE DE INVENTÁRIO CADEIRA A 2010